Nenden Fauziah

KIMIA 2

Untuk SMA dan MA Kelas XI IPA



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Nenden Fauziah KIMIA 2
Untuk SMA dan MA Kelas XI IPA

Nenden Fauziah

KIMIA 2

Untuk SMA dan MA Kelas XI IPA



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta Pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi oleh Undang-undang

KIMIA 2

Untuk SMA dan MA Kelas XI IPA

Penulis naskah	:	Nenden Fauziah
Desain Kover	:	Andika Cakra Permana
Tata Letak	:	Prista Rini
Ukuran Buku	:	17,6 x 25 cm

540.7
NEN
k

NENDEN Fauziah
Kimia 2 : SMA dan MA Kelas XI IPA / penulis, Nenden Fauziah .
— Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009
vii, 188 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 175-176
Indeks
ISBN 978-979-068-725-7 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-729-5

1. Kimia-Studi dan Pengajaran I. Judul

Hak Cipta Buku ini telah dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit Habsa Jaya Bandung

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2009

Diperbanyak oleh...

Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2009, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juni 2009
Kepala Pusat Perbukuan

Kata Pengantar

Para siswa sekalian buku ini penulis buat dengan harapan dapat membantu proses pembelajaran yang sedang Anda jalani. Penulis berharap buku ini dapat membantu dalam menghadapi mitos bahwa pelajaran sains itu sulit. Kimia adalah sains yang menarik dan sangat dekat dengan kehidupan kita, karena hidup kita dikelilingi bahan dan reaksi kimia.

Penulis berharap Anda menjadi lebih tertarik dalam mempelajari kimia melalui buku ini, karena sebelum Anda memasuki materi, peta konsep akan membimbing Anda dan contoh-contoh pun disajikan sebagai pelengkap agar Anda lebih memahami materi yang disajikan. Agar Anda bisa mengolah dan mengukur kemampuan, dalam buku inipun disertakan latihan-latihan dengan penyajian yang variatif.

Penulis mengakui jika penulis bukan orang yang pintar sehingga membuat buku ini. Tekad penulis yang ingin berperan serta dalam memberantas kebodohan membuat penulis terus mencoba membuat buku yang dapat digunakan untuk membantu kalian belajar. Penulis punya keyakinan di dunia ini tidak ada orang yang bodoh, yang ada hanya orang yang malas. Harapan penulis semoga buku ini membawa berkah bagi semua pihak, terutama bagi kalian anak-anak harapan bangsa.

Mari kita bangun bangsa ini dengan mencurahkan segala bakat dan kemampuan kita. Dengan tekad yang kuat, doa dan kerja keras dalam mempelajari segala hal, penulis yakin cita-cita kalian dapat diwujudkan. Selamat belajar!

Penulis.

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

Daftar isi

Kata Sambutan ..... **iii**
Kata Pengantar ..... **iv**
Daftar Isi ..... **v**
Bab 1 Teori Atom dan Mekanika Kuantum **1**
1.1. Mekanika Kuantum dan Model Atom *Bohr* 2
1.2. Lintasan dan bilangan kuantumnya 2
1.3. Bentuk Orbital 4
1.4. Orbital pada Atom Berelektron Banyak 6
1.5. Konfigurasi elektron 6
1.6. Konfigurasi Elektron dan Sistem Periodik Unsur 9
Rangkuman **12**
Uji Kemampuan **13**
Try Out **13**
Uji Kompetensi **15**

Bab 2 Bentuk dan Interaksi Antar Molekul **19**
2.1. Pembentukkan molekul dan teori hibridisasi. 20
2.2 Bentuk Molekul dan Teori Domain Elektron 22
2.3. Interaksi Ion-dipol 25
2.4. Interaksi antar molekul 25
Rangkuman **31**
Uji Kemampuan **32**
Try Out **33**
Uji Kompetensi **34**

Bab 3 Termokimia **39**
3.1 Perubahan Entalpi, Reaksi Eksoterm dan Endoterm 40
3.2. Jenis-jenis Entalpi Reaksi 42
3.3. Hukum Hess 44
3.4. Penentuan ΔH Reaksi dari ΔH Pembentukan Standar .. 46

3.5. Energi Ikatan dan Penentuan ΔH Reaksi 48
Rangkuman 51
Uji Kemampuan 52
Try Out 53
Uji Kompetensi 54

Bab 4 Laju Reaksi 59
4.1. Ungkapan Laju Reaksi 60
4.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi 60
4.3. Persamaan laju Reaksi dan Orde Reaksi 66
4.4. Laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari 69
Rangkuman 71
Uji Kemampuan 72
Try Out 74
Uji Kompetensi 75

Bab 5 Kesetimbangan Kimia 81
5.1. Pengenalan pada kesetimbangan kimia 82
5.2. Tetapan Kesetimbangan. 82
5.3 Tetapan Kesetimbangan Berdasarkan Tekanan 86
5.4. Hubungan K_c dengan K_p 88
5.5. Pergeseran Kesetimbangan 89
5.6. Reaksi Kesetimbangan dalam Industri 95
Rangkuman 97
Uji Kemampuan 98
Try Out 99
Uji Kompetensi 100

Bab 6 Asam dan Basa 105
6.1. Definisi Asam dan Basa Arrhenius 106
6.2. Asam Basa Brønsted-Lowry 107
6.3. Asam Basa Lewis 110
6.4. Indikator Asam Basa 111
6.5. Derajat Disosiasi Asam dan Basa 114
6.6. Derajat Keasaman, *pH* 114

6.7. Titrasi Asam Basa 120
Rangkuman 123
Uji Kemampuan 124
Try Out 125
Uji Kompetensi 126

Bab 7 Kesetimbangan Larutan 131
7.1. Air dan nilai K_w 132
7.2. Larutan Penyangga 132
7.3. Hidrolisis Garam 138
7.4. Garam Sukar Larut dan K_{SP} 141
7.5. Pengaruh ion Senama pada kelarutan suatu zat 144
Rangkuman 146
Uji Kemampuan 147
Try Out 148
Uji Kompetensi 149

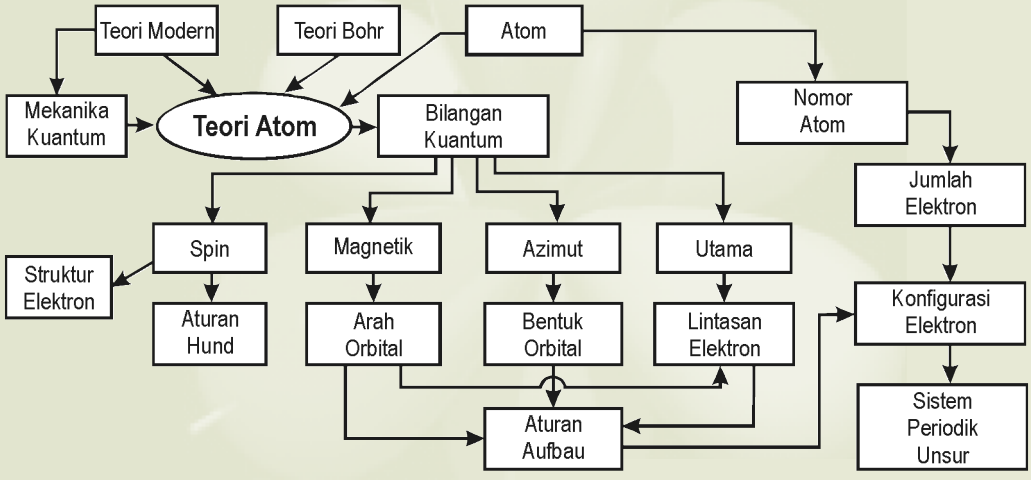
Bab 8 Koloid 153
8.1. Koloid, Larutan dan Suspensi. 154
8.2. Macam-macam Sistem Koloid 155
8.3. Sifat-Sifat Koloid 156
8.4. Pembuatan Koloid 160
8.5. Koloid dalam Kehidupan Sehari-Hari 162
Rangkuman 164
Uji Kemampuan 165
Try Out 165
Uji Kompetensi 166

Glosari 169
Indeks 172
Daftar Pustaka 175
Kunci Jawaban 177
Nilai Beberapa Tetapan 184

Bab 1

Teori Atom dan Mekanika Kuantum

Peta Konsep



Atom adalah partikel terkecil dari suatu materi yang sebenarnya tidak dapat kita lihat dengan kasat mata, tetapi para ilmuwan tak pernah menyerah untuk selalu mempelajari dan berusaha mengetahui bagaimana mereka tersusun, berinteraksi satu sama lain, baik ketika sebagai atom tunggal ataupun ketika membentuk senyawa. Dengan didukung oleh teori-teori yang semakin modern kita dapat memperkirakan berbagai bentuk orbital dan bentuk molekul yang terjadi akibat interaksi dari orbital atom tersebut. Apa yang disebut dengan orbital dan bagaimana bentuk molekul dengan adanya pengaruh awan elektron pada orbital?

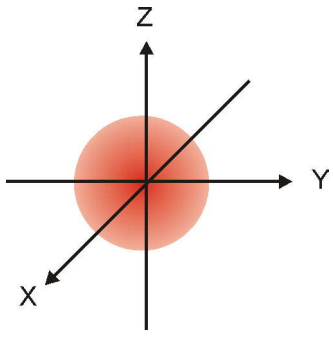
Kompetensi Dasar

- Siswa mampu menerapkan teori atom Bohr dan mekanika kuantum untuk menuliskan konfigurasi elektron dan diagram orbital serta menentukan letak unsur dalam tabel periodik

1.1. Mekanika Kuantum dan Model Atom *Bohr*

Erwin Schrödinger (1926) mengemukakan pemikiran tentang partikel sub-atom, yang dikenal sebagai teori ***mekanika gelombang*** atau ***mekanika kuantum***. Hasil persamaan *Schrödinger* dinamakan fungsi gelombang, dengan simbol ψ ***(psi)***, yang tidak memiliki makna fisik, tapi nilai ψ^2 menjelaskan distribusi probabilitas elektron.

Heissenberg, dengan asas ketakpastian *Heissenberg*, yang menyatakan posisi dan kecepatan sebuah elektron tidak dapat diketahui secara tepat pada waktu yang bersamaan. Sehingga persamaan *Schrödinger* tidak memberitahukan tepatnya keberadaan elektron itu, melainkan menjelaskan ***kemungkinan*** bahwa elektron akan berada pada daerah tertentu pada atom.



Gambar 1.1 Rapat kebolehjadian elektron pada hidrogen

Pada model *Bohr*, elektron berada pada garis edar tertentu, pada model *Schrödinger* kemungkinan untuk tingkat energi elektron yang diberikan. Misalnya, elektron pada keadaan dasar dari atom hidrogen memiliki distribusi kebolehjadian yang terlihat seperti Gambar 1.1 dimana intensitas warna yang semakin kuat menunjukkan semakin besar nilai ψ^2, yang memiliki makna bahwa kemungkinan untuk menemukan elektron pada daerah tersebut lebih besar, dan juga kerapatan elektronnya lebih besar.

1.2. Lintasan dan bilangan kuantumnya

Pada model atom *Bohr*, energi elektron yang sama, tetapi dengan garis edar tertentu. Pemecahan persamaan *Schrödinger* atom hidrogen menghasilkan beberapa fungsi gelombang atau kebolehjadian menemukan elektron dan tingkatan energi yang terkait. Fungsi gelombang ini disebut orbital dan mempunyai karakteristik energi dan bentuk orbital elektron.

Model atom *Bohr* menggunakan satu bilangan kuantum (n) untuk menerangkan garis edar atau ***orbit***, sedangkan model *Schrödinger* menggunakan tiga bilangan kuantum: ***n, l*** dan ***m*** untuk menerangkan ***orbital***.

a. Bilangan Kuantum Utama 'n'

- Mempunyai nilai 1, 2, 3 dan seterusnya
- Semakin naik nilai n maka kerapatan elektron semakin jauh dari inti
- Semakin besar nilai n, maka semakin tinggi energi elektron dan ikatan kepada inti semakin longgar

b. Bilangan kuantum Azimut 'l'

- Memiliki nilai dari 0 sampai dengan (n-1) untuk tiap nilai n, dimana n adalah bilangan kuantum utama
- Dilambangkan dengan huruf (**'s'=0, 'p'=1, 'd'=2, 'f'=3**)
- Menunjukkan bentuk dari tiap orbital

c. Bilangan kuantum magnetik (ketiga) 'm'

- Memiliki nilai bulat antara 'l' dan '$-l$', termasuk 0
- Menunjukkan arah orbital dalam ruangnya

Contohnya, orbital elektron dengan bilangan kuantum utama 3 (misalnya n = 3) akan memiliki nilai '*l*' dan '*m*' sebagai berikut:

Tabel 1.1 Cara pemberian bilangan kuantum

n (bilangan kuantum utama)	*l* (azimut)	Penandaan sub-kulit	*m* (magnetik)	Jumlah orbital pada sub-kulit
3	0	3s	0	1
	1	3p	-1,0,1	3
	2	3d	-2,-1,0,1,2	5

Gabungan orbital yang memiliki nilai 'n' yang sama disebut ***kulit elektron.*** Orbital yang memiliki nilai '*n*' dan '*l*' yang sama terdapat pada ***sub-kulit*** yang sama. Maka:

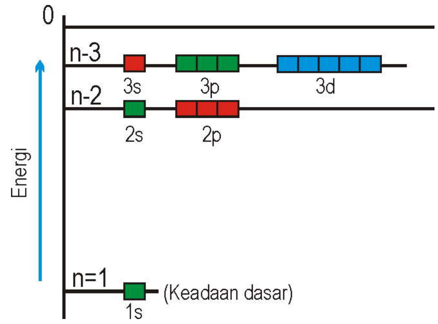
- ***Kulit elektron yang ketiga*** ('*n*' = 3) terdiri dari ***sub-kulit 3s, 3p*** dan ***3d***
- ***Sub-kulit 3s*** terdiri dari ***1 orbital, sub-kulit 3p*** terdiri dari ***3 orbital*** dan ***sub-kulit 3d*** terdiri ***5 orbital***
- Jadi, ***kulit elektron yang ketiga*** terdiri dari ***9 orbital yang berbeda***, meski tiap orbital memiliki ***energi yang sama.***

Pembatasan pada nilai yang mungkin untuk tiap bilangan kuantum yang berbeda (*n, l, m*) menghasilkan pola-pola untuk mengukur tiap kulit yang berbeda:

- Tiap kulit dibagi menjadi beberapa sub-kulit yang jumlahnya sama dengan *bilangan kuantum utama* (misalnya kulit keempat dibagi menjadi 4 sub-kulit: ***s, p, d***, dan ***f***)
- Tiap sub-kulit dibagi menjadi beberapa orbital (*meningkat dengan bilangan ganjil*)

Tabel 1.2 Jumlah orbital pada subkulit s, p, d dan f

Sub-kulit	Jumlah Orbital
s	1
p	3
d	5
f	7



Gambar 1.2 Tingkat energi orbital atom hidrogen

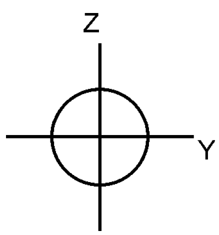
Bilangan dan energi relatif dari semua orbital elektron hidrogen dengan nilai n = 3 dapat dilihat pada Gambar 1.2.

Pada suhu normal biasanya atom hidrogen berada pada keadaan dasar. Elektron dapat dinaikkan ke keadaan yang lebih tinggi dengan penyerapan foton dengan kuantum energi yang sesuai

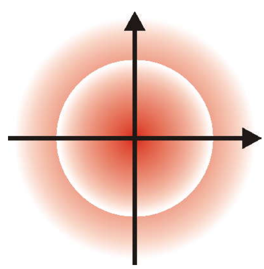
1.3. Bentuk Orbital

a. Orbital *s*

Bentuk suatu orbital digambarkan dengan permukaan melewati daerah pada probabilitas yang sesuai. Sebuah orbital *s* berbentuk bulat seperti ditunjukkan pada Gambar 1.3. Hal ini menunjukkan bahwa pada keadaan dasar, elektron tidak mungkin berada jauh dari inti. Energi yang lebih tinggi dari orbital s juga berbentuk bola simetris, tetapi dengan perbedaan simpul pada distribusi kebolehjadian. Pada orbital s yang lebih tinggi terdapat wilayah ***simpul*** dimana kerapatan elektron mendekati nol (2s mempunyai 1 simpul, 3s mempunyai 2 simpul dst). Ukuran orbital akan makin besar jika nilai n naik



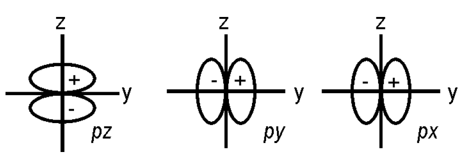
Gambar 1.3
Bentuk orbital *s*



Gambar 1.4 Bentuk orbital s dengan energi yang lebih tinggi

b. Orbital *p*

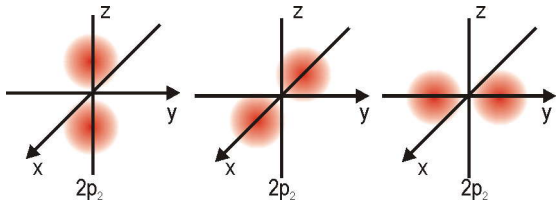
Sebuah orbital p memiliki dua bagian terpisah oleh bidang simpul dimana probabilitasnya nol. Terdapat tiga orientasi yang mungkin, yaitu yang disebut p_z, p_y dan p_x dan ditunjukkan sebagai mana pada Gambar 1.5 disamping ini.



Gambar 1.5 Arah orientasi orbital p

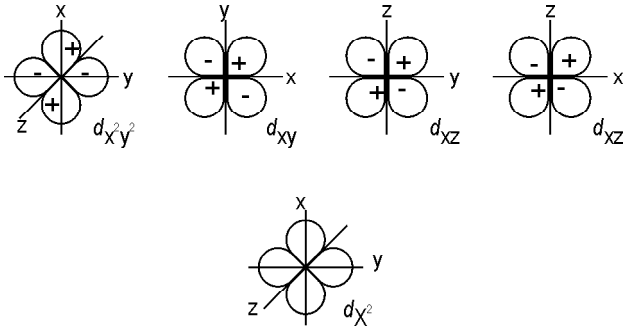
Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah

Orbital ***p*** adalah orbital yang berbentuk dua bola yang masing-masing memiliki setengahnya dari kerapatan elektron, dengan simpul pada inti. Ada tiga orbital p yang berbeda dan berbeda dalam orientasinya. Tidak ada korelasi yang tetap antara 3 arah gerak dengan 3 bilangan kuantum magnetik (m)



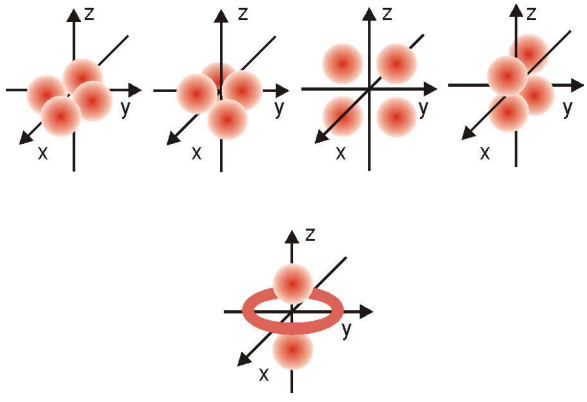
Gambar 1.6 Bentuk orbital Px, Py dan Pz

Sebuah orbital d memiliki lima orientasi. Probabilitasnya nol antara bola-bola. Seperti ditunjukkan berikut:



Gambar 1.7
Arah orientasi orbital d

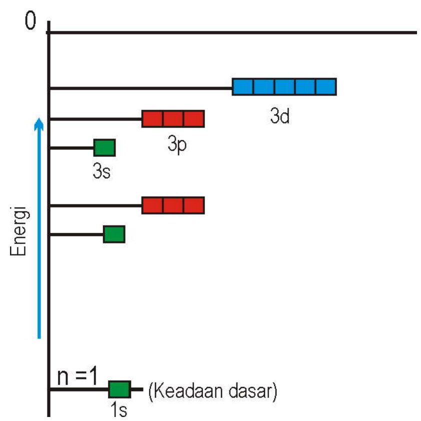
Pada kulit ketiga dan di atasnya terdapat lima orbital d, masing-masing mempunyai arah yang berbeda pada ruangnya.



Gambar 1.8
Lima bentuk orbital d

"Mengerti bentuk orbital adalah kunci untuk dapat mengerti pembentukan molekul dari penggabungan beberapa atom."

1.4. Orbital pada Atom Berelektron Banyak



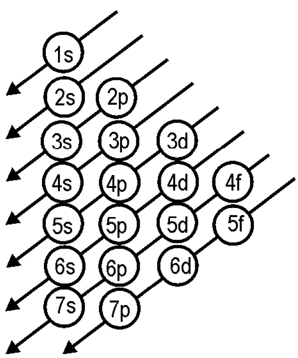
Gambar 1.9 Tingkatan energi orbital pada atom berelektron banyak

Sebuah atom yang memiliki lebih dari satu elektron disebut atom *ber-**elektron-banyak***. Meskipun bentuk orbital elektron untuk atom elektron-banyak adalah sama dengan bentuk untuk atom hidrogen, *elektron yang lebih dari satu tersebut mempengaruhi tingkatan energi dari orbitalnya (karena tolakan **elektron-elektron**).*

Pada atom dengan elektron banyak, bilangan kuantum utama menentukan ukuran, misalnya orbital 1s lebih kecil dari 2s yang lebih kecil dari 3s. Energi dari orbital ditentukan oleh bilangan kuantum utama dan bilangan kuantum azimut, sedangkan urutan kenaikan energi ditentukan sebagaimana terlihat pada Gambar 1.9.

Contohnya, orbital 2s memiliki energi yang lebih rendah daripada orbital 2p pada atom elektron-banyak.

1.5. Konfigurasi elektron



Gambar 1.10 Pengisian orbital berdasarkan tingkat energi

Ketika membentuk konfigurasi elektron, penempatan elektron dalam orbital dimulai dengan tingkat energi terendah. Untuk hidrogen elektron tunggalnya mengisi pada orbital 1s, yaitu keadaan dengan energi terendah untuk atom hidrogen. Untuk atom berelektron banyak pengisian mengikuti aturan *aufbau*, yaitu dimulai dari tingkat energi yang lebih rendah kemudian mengisi tingkat energi berikutnya yaitu 2s, kemudian 2p, dan seterusnya sesuai dengan urutan tingkat energi pada Gambar 1.10.

Penulisan konfigurasi elektron berdasarkan kenaikan tingkat energi dapat dituliskan sebagai berikut:

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p

Selain itu perlu diingat, bahwa ada 3 macam orbital p, 5 macam orbital d dan orbital f ada 7 macam, dimana setiap orbital dapat diisi oleh dua elektron, sehingga konfigurasi elektron dengan jumlah elektron pada setiap orbitalnya menjadi:

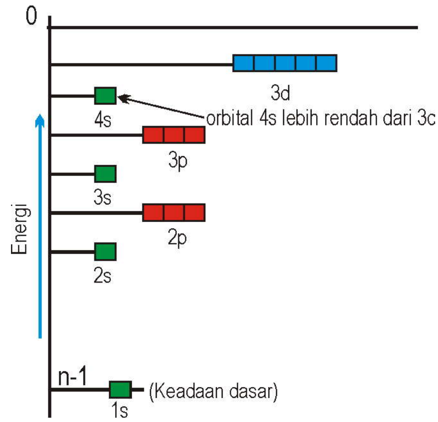
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^6\ 7s^2\ 5f^{14},$

$6d^{10}\ 7p^6$

Tampak bahwa orbital 4s lebih dulu diisi dari orbital 3d, hal itu dikarenakan energi orbital 4s lebih rendah dari orbital 3d (lihat Gambar 1.11).

Apakah yang menentukan di orbital mana suatu elektron berada? Bagaimana cara elektron menempati orbital yang tersedia?

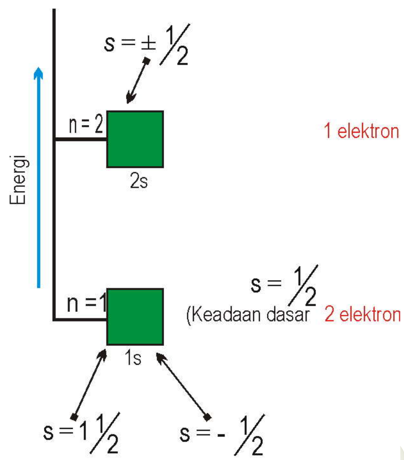
Uhlenbeck dan *Goudsmit*, menyatakan bahwa elektron masih memiliki sifat kuantum yang lain, disebut ***spin elektron***, atau yang dinamakan ***bilangan** kuantum putaran elektron*, atau ***S*** Bilangan kuantum *S* hanya dapat memiliki dua harga (+½ dan -½) untuk itu, ***paling banyak hanya dua elektron yang dapat menempati orbital yang sama, dan mempunyai nilai putaran magnetik yang berlawanan.***



Gambar 1.11 Diagram tingkat energi 4s dan 3d.

Putaran elektron sangat penting untuk dapat mengerti struktur elektron atom itu sendiri. Prinsip larangan ***Pauli*** (*Wolfgang Pauli*, 1925) menyatakan bahwa, ***tidak ada dua elektron yang terdapat pada satu atom dapat memiliki empat bilangan kuantum yang sama*** (*n, l, m,* dan *s*)

Orbital 1s diisi dua elektron, ini ditunjukkan dengan $1s^2$. Jika atom memiliki elektron lebih banyak, elektron berikutnya mengisi pada tingkat energi yang lebih tinggi, misalnya pada litium mengisi orbital 2s karena unsur ini memiliki 3 elektron. Kita akan mulai meletakkan dua elektron pada orbital dengan energi terendah atau keadaan dasar yaitu pada 1s. Kedua elektron tersebut harus memiliki bilangan kuantum spin magnetik yang berlawanan. Kemudian kita letakkan elektron ketiga dalam orbital dengan tingkat energi selanjutnya yaitu orbital 2s (lihat Gambar 1.12).



Gambar 1.12 Diagram pengisian elektron

Tanda panah ke atas menunjukkan nilai bilangan kuantum spin magnetik (m) + ½ dan ke bawah untuk – ½. Pengisian orbital digambarkan sebagai **$1s^22s^1$**

Elektron yang memiliki spin berlawanan dikatakan elektron berpasangan, seperti elektron yang mengisi orbital 1s pada atom Li, sedangkan elektron pada orbital 2s atom Li dikatakan tak berpasangan berilium ditulis sebagai **$1s^22s^2$**. Pada boron, elektron berikutnya ditempatkan pada orbital *2p*. yang ketiganya memiliki energi yang sama. Ini ditunjukkan sebagai **$1s^22s^2\ 2p^1$.**

Penulisan diagram orbital untuk beberapa atom di atas dapat dituliskan sebagai:

Unsur	Total elektron	1s	2s	2p	2p	2p	3s	Konfigurasi elektron
H	1	↑						$1s^2$
He	2	↑↓						$1s^2$
Li	3	↑↓	↑					$1s^2\ 2s^1$
Be	4	↑↓	↑↓					$1s^2\ 2s^2$
B	5	↑↓	↑↓	↑				$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$

Gambar 1.13 Diagram orbital atom H, He, Li, Be dan B

Dua elektron dalam He menunjukkan pengisian lengkap pada kulit pertama. Sehingga, elektron dalam He dalam konfigurasi yang sangat stabil. Untuk Boron (5 elektron), elektron kelima harus diletakkan pada orbital *2p* karena orbital *2s* sudah terisi penuh. Karena orbital *p* ketiganya memiliki energi yang sama, maka tidak masalah dimanapun diletakkannya.

Dalam pengisian orbital perlu juga memperhatikan *Aturan Hund,* yang menyatakan *"dalam suatu subkulit tertentu, tiap orbital di isi oleh satu elektron terlebih dahulu sebelum ada orbital yang memiliki dua, dan elektron-elektron dalam orbital tersebut spinnya paralel"*

Tugas Mandiri

Bagaimana dengan unsur berikutnya, karbon (6 elektron)? Apakah kita pasangkan dengan elektron tunggal yang ada pada orbital 2p (tetapi dengan posisi berlawanan)? Atau kita letakkan pada orbital p yang lain? Bagaimana pula dengan nitrogen yang memiliki elektron 7. Diskusikanlah dengan teman-temanmu sehingga diperoleh diagram orbital dan konfigurasi elektron untuk karbon dan nitrogen. Perhatikan pernyataan aturan Hund di atas!

Unsur	Total elektron	1s	2s	2p	2p	2p	3s	Konfigurasi elektron
O	8	↑	↑↓	↑↓	↑	↑		$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
F	9	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑		$1s^22s^2\ 2p^5$
Ni	10	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓		$1s^22s^2\ 2p^6$
Na	11	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	$1s^22s^2\ 2p^6\ 3s^1$

Gambar 1.14 Diagram orbital O, F, Ne dan Na

Pengisian elektron untuk orbital yang terdegenerasi (orbital dengan tingkat energi yang sama), energi minimum akan tercapai ketika jumlah elektron dengan spin yang sama dimaksimumkan (penuh atau setengah penuh).

Tugas Mandiri

Ne memiliki kulit n = 2 yang penuh, sehingga memiliki konfigurasi elektron yang stabil, bagaimana dengan kestabilan unsur nitrogen, apakah ada hubungannya dengan pengisian elektron pada orbitalnya? Jelaskan!

Konfigurasi elektron dapat ditulis dengan cara singkat dengan menggantikan urutan dari pengisian orbital oleh lambang atom unsur gas mulia yang memiliki kulit terlengkap paling dekat sebelum unsur tersebut.

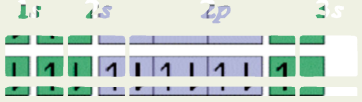
- Konfigurasi elektron Na : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3\ s^1$ dapat ditulis sebagai **[Ne]3s^1**
- Konfigurasi elektron Li : $1s^2\ 2s^1$ dapat ditulis sebagai **[He]2s^1**

Tugas Mandiri

Gas mulia argon memiliki 18 elektron terletak pada baris yang diawali oleh natrium pada sistem periodik unsur, sehingga memiliki konfigurasi elektron:



Apakah unsur berikutnya yaitu K dengan 19 elektron akan mengisi orbital 3d? Sedangkan kita ketahui secara kimiawi kalium memiliki sifat yang sama dengan litium dan natrium yang konfigurasi elektronnya adalah:

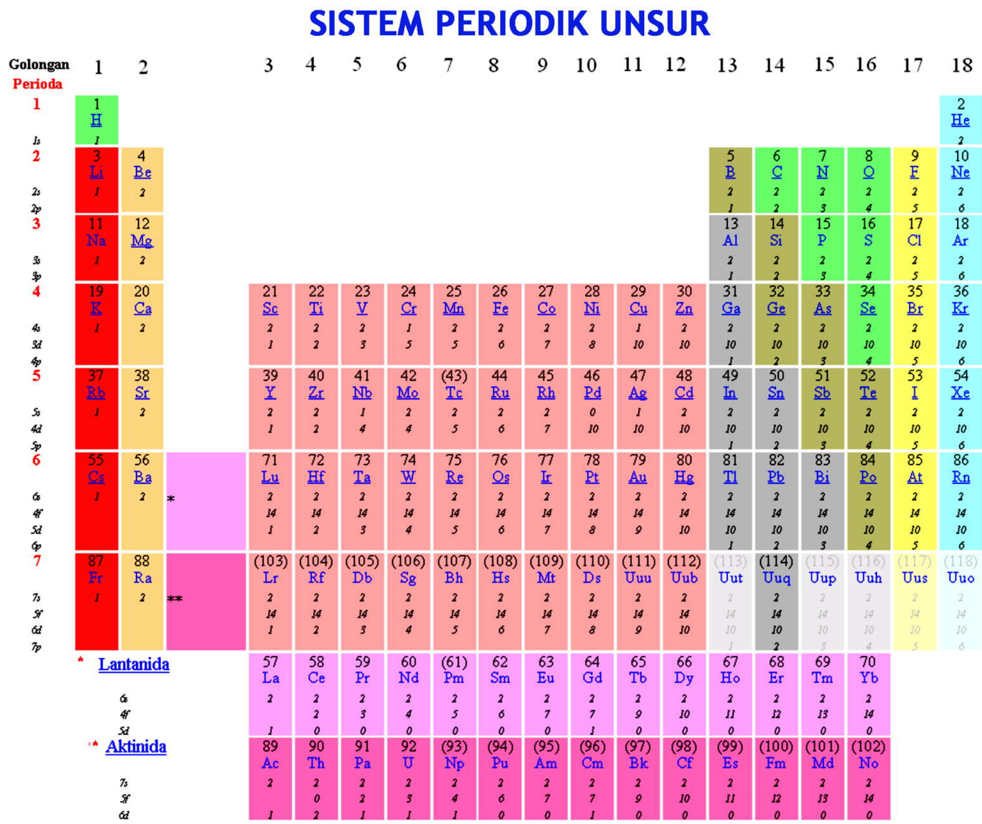


1.6. Konfigurasi Elektron dan Sistem Periodik Unsur

Sistem periodik unsur dalam bentuk ini menunjukkan konfigurasi elektron untuk setiap unsur, dengan kata lain bagaimana elektron terdistribusi dalam beragam kulitnya.

Untuk setiap baris hanya kulit terluarnya yang ditampilkan karena kulit yang lebih dalamnya penuh. Contoh konfigurasi elektron brom adalah $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$, dalam bentuk penulisan singkat kulit yang penuh bisa diwakili oleh lambang unsur gas mulia yang sesuai dengan kulitnya yang terisi penuh tersebut. Konfigurasi elektron Brom dapat ditulis sebagai [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^5$. Elektron yang berada pada kulit paling luar, yaitu $4s^2 3d^{10} 4p^5$ adalah elektron valensi.

Dengan kenaikan bilangan atom kulit dan subkulit diisi dengan cara yang konsisten, namun terdapat beberapa pengecualian seperti yang terjadi pada tembaga yang seharusnya konfigurasi elektronnya ditulis sebagai $3d^{10}4s^1$, tapi ditulis sebagai $3d^9 4s^2$. Alasan untuk ketidakteraturan ini adalah disamping interaksi antar inti atom yang positif dan elektron dan adanya tolak menolak antar elektron yang bermuatan negatif, juga sebagai akibat dari adanya pengisian tingkat energi yang lebih menguntungkan dari segi energi, sesuai aturan pengisian elektron penuh dan setengah penuh yang menunjukkan senyawa dalam keadaan yang lebih stabil. Keadaan yang lebih stabil merupakan keadaan yang akan lebih dipilih oleh suatu unsur di alam.



Gambar 1.14 Sistem periodik unsur dengan konfigurasi elektron

- Kolom yang paling kiri termasuk didalamnya logam alkali dan alkali tanah, unsur-unsur tersebut elektron valensinya terdapat pada orbital s.
- Sisi sebelah kanan, blok yang paling kanan enam kelompok unsur adalah golongan unsur yang pengisian elektronnya berakhir di orbital p

Kedua golongan unsur tersebut (yang berakhir di *s* dan *p*) biasanya disebut sebagai unsur golongan utama

- Pada blok di tengah sepuluh kolom berisi logam transisi, elektron valensinya terletak pada orbital d

- Di bawah kelompok ini adalah baris dengan 14 kolom, yang biasanya mengacu pada logam blok f. Dalam golongan unsur ini elektron valensinya pada orbital f.

Hal yang harus diingat:

- 2, 6, 10 dan 14 adalah jumlah elektron yang dapat mengisi orbital *s*, *p*, *d* dan *f* (dengan bilangan kuantum azimut, l = 0, 1, 2, 3)
- Subkulit *1s* adalah subkulit *s* pertama, subkulit *2p* adalah subkulit p pertama subkulit *3d* adalah subkulit *d* pertama dan subkulit *4f* adalah subkulit *f* pertama

Tugas Mandiri

Apa konfigurasi elektron Niobium (no atom 41) adalah:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^3$

Bagaimana susunan yang sebenarnya? Berikan pula alasannya!

Sifat suatu unsur ditentukan konfigurasi elektronnya, unsur dengan kolom yang sama akan memiliki elektron valensi yang sama, sehingga akan memiliki sifat yang mirip satu sama lain.

Sang Ilmuwan



NIELS HENRIK DAVID BOHR (1885-1962) adalah orang yang pertama kali mengemukakan aturan aufbau, dari istilah *aufbauprinziple*. Lahir di Copenhagen pada 7 Oktober 1885, anak dari *Christian Bohr* professor pada Fisiologi pada universitas Copenhagen, ia mewarisi kejeniusan ayahnya. Ia masih berstatus sebagai mahasiswa ketika ia diberi penghargaan atas pemecahan masalah ilmiah, tentang tegangan permukaan, yang berarti penjelasan tentang osilasi cairan pada jet. Di bawah bimbingan *J.J. Thomson* ia bereksperimen di Laboratorium Cavendish, kemudian pada musim panas 1912 ia bekerja pada *Rutherford* di Manchester dan mempelajari tentang fenomena radioaktif. Hasil kerjanya tentang struktur atom dihargai dengan hadiah Nobel pada tahun 1922.



WOLFGANG PAULI (1900 –1958) Ia merupakan orang yang mengemukakan prinsip larangan *Pauli*. Ia lahir di kota Vienna pada tanggal 2 April 1900. Setelah memperoleh gelar doktornya, ia menjadi asisten *Niels Bohr* di Copenhagen. Pauli banyak mendalami penelitian dalam bidang kimia fisik, ia banyak menerbitkan artikel yang diantaranya tentang teori relativitas. Ia juga menerbit-

kan artikel tentang teori kuantum dan prinsip mekanika gelombang. Hasil kerja kerasnya dihargai orang dengan memberinya medali *Lorentz* pada tahun 1930. Pauli meninggal di Zurich pada tanggal 15 Desember 1958

Rangkuman

- *Erwin Schrödinger* (1926) mengemukakan teori ***mekanika gelombang*** atau ***mekanika kuantum***. *Heissenberg,* dengan asas ketakpastian *Heissenberg*, sehingga persamaan *Schrödinger* tidak memberitahukan tepatnya keberadaan elektron itu, melainkan menjelaskan ***kemungkinan*** bahwa elektron akan berada pada daerah tertentu pada atom. Pada model *Bohr,* elektron berada pada garis edar tertentu, pada model *Schrödinger* kemungkinan untuk tingkat energi elektron yang diberikan.
- Model atom *Bohr* menggunakan satu bilangan kuantum (n) untuk menerangkan garis edar atau ***orbit***, sedangkan model *Schrödinger* menggunakan tiga bilangan kuantum: ***n, l*** dan ***m*** untuk menerangkan ***orbital***
- Bilangan Kuantum Utama 'n', mempunyai nilai 1, 2, 3 dan seterusnya, semakin naik nilai n maka kerapatan elektron semakin jauh dari inti, semakin tinggi energi elektron dan ikatan kepada inti semakin longgar
- Bilangan kuantum Azimut 'l' ,memiliki nilai dari 0 - (n-1) dilambangkan dengan huruf (***'s'=0, 'p'=1, 'd'=2, 'f'=3***), menunjukkan bentuk dari tiap orbital
- ***Bilangan kuantum magnetik (ketiga) 'm',*** memiliki nilai bulat antara '*l*' dan '*–l*', termasuk 0, menunjukkan arah orbital dalam ruangnya
- ***Bilangan*** *kuantum putaran elektron*, *s* hanya dapat memiliki dua harga (+½ dan -½) untuk itu, ***paling banyak hanya dua elektron yang dapat menempati orbital yang sama, dan mempunyai nilai putaran magnetik yang berlawanan***
- *Aturan Hund,* yang menyatakan *"dalam suatu subkulit tertentu, tiap orbital diisi oleh satu elektron terlebih dahulu sebelum ada orbital yang memiliki dua, dan elektron-elektron dalam orbital tersebut spinnya paralel"*
- Bentuk orbital digambarkan dengan permukaan melewati daerah pada probabilitas yang sesuai. Sebuah orbital *s* berbentuk bulat, orbital p memiliki dua bagian terpisah oleh bidang simpul dimana probabilitasnya nol dengan tiga orientasi yang mungkin, yaitu yang disebut p_z, p_y dan p_x. Orbital d memiliki lima orientasi.
- Ketika membentuk konfigurasi elektron, penempatan elektron dalam orbital dimulai dengan tingkat energi terendah mengikuti aturan *aufbau*, konfigurasi elektron dengan jumlah elektron pada setiap orbitalnya menjadi: **$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2$ $3p^6$ $4s^2$ $3d^{10}$ $4p^6$ $5s^2$ $4d^{10}$ $5p^6$ $6s^2$ $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6p^6$ $7s^2$ $5f^{14}$ $6d^{10}$ $7p^6$**

Uji Kemampuan

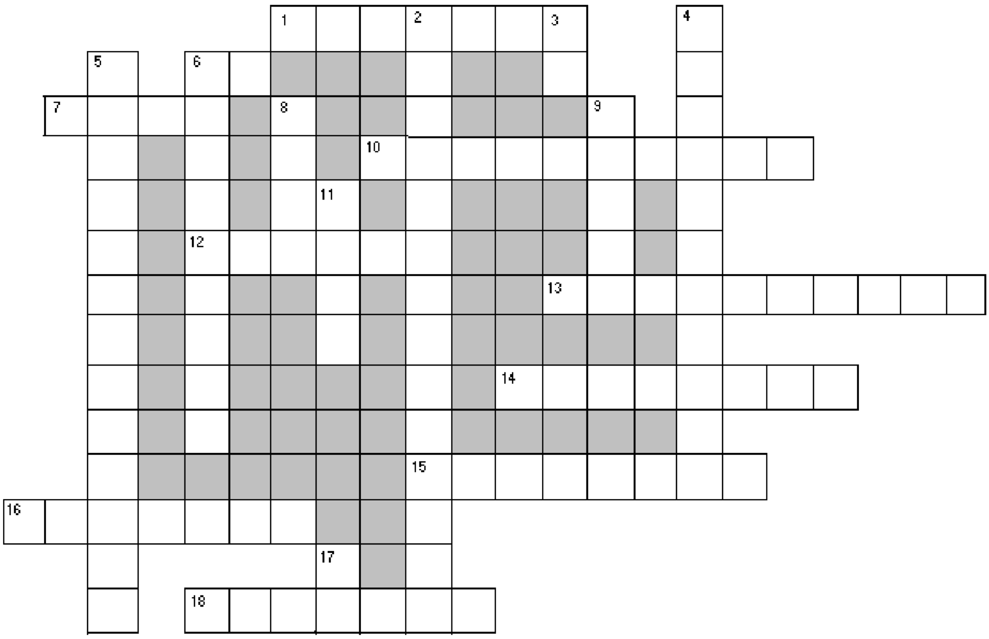
1. Jelaskan apa yang kamu ketahui tentang:
   a. Bilangan kuantum utama
   b. Spin
   c. Aturan aufbau
   d. Teori domain elektron
2. Berapa banyak orbital yang terdapat pada kulit atom ke empat? Ada berapa banyak elektron yang mengisi tiap orbital tersebut?
3. Tuliskan perangkat-perangkat bilangan kuantum untuk satu elektron dalam atom
   a. Nitrogen
   b. Belerang
4. Tentukanlah nama unsur yang elektron terakhirnya berakhir pada:
   a. $3p^5$
   b. $3d^5$
   c. $5s^1$
   d. $4f^3$
5. Gambarkan diagram orbital dari atom:
   a. Fosfor
   b. Klor
   c. Tembaga
   d. Besi

Try Out



1. Elektron that put in outer shell in atom
2. The other name of VESPR
3. Name of atom that have elektron configuration $1S^2 2s^2$, than spelt it backward
4. Shape of methane molecule
5. The way to put elektron in orbital
6. R from VESPR is ...
7. Place in orbital that no have change to found any elektron
8. The last quantum number
9. Valence elektron
10. Shape of molecule that have eight bond pairs
11. Shape of water molecule
12. Shape of carbon oxide molecule
13. The kind of flask that we use in titration
14. We must fill orbital full in one spin than we make it in pair that is the statement from ...

15. If we combine two or more atom in compound so they we call..................
16. The quantum number that tell us shape of orbital
17. Name of atom than we call tin
18. If we see the symbol fire in the botlles of one kind subtance that mean that subtance is easy ....



Uji Kompetensi

1. Ilmuwan yang menjadi pelopor munculnya teori atom modern adalah .....
   A. *Pauli, Niles Bohr dan de Broglie*
   B. *Rutherford, Niels Bohr dan de Brogli*
   C. *Rutherford, de Broglie dan Hund*
   D. *de Broglie, Schrodinger dan Heisenberg*
   E. *Dalton, de Broglie dan Heisenberg*

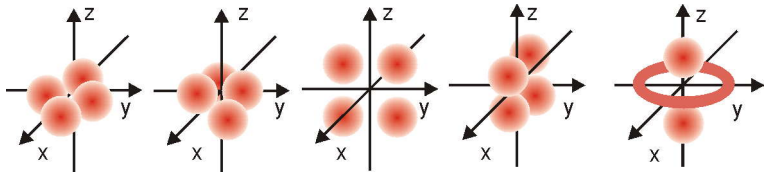
2. Berikut ini adalah konfigurasi elektron golongan alkali tanah kecuali :
   A. $1s^2\,2s^2$
   B. $1s^2\,2s^2 2p^6 3s^2$
   C. $1s^2\,2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
   D. $1s^2\,2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^{10} 4s^2$
   E. $1s^2\,2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$

3. Ion X^{2-} mengandung 16 proton dan 16 netron konfigurasi elektronnya adalah:
   A. [Ne] $3s^2 3p^2$
   B. [Ne] $3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^2$
   C. [Ne] $3s^0 3p^6$
   D. [Ne] $3s^2 3p^6$
   E. [Ne] $3s^2 3p^4$

4. Klor yang memiliki nomor atom 17 akan memiliki jumlah orbital :
   A. 10
   B. 7
   C. 9
   D. 6
   E. 8

5. Tembaga $_{29}Cu$, memiliki konfigurasi elektron ;
   A. [Ne] $3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$
   B. [Ne] $3s^2 3p^5 3d^{10} 4s^2$
   C. [Ne] $3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
   D. [Ne] $3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$
   E. [Ne] $3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$

6. Berikut ini merupakan gambar bentuk orbital d :



   Yang merupakan gambar bentuk orbital $d_{x^2\,y^2}$ adalah.....
   A. 1
   B. 4
   C. 2
   D. 5
   E. 3

7. Suatu unsur terletak pada golongan 15 periode 3 dari sistem periodik, konfigurasi elektron dari atom unsur tersebut adalah...
   A. [Ne] $3s^2 3p^2$
   B. [Ne] $3s^2 3p^6$
   C. [Ne] $3s^2 3p^5$
   D. [Ne] $3s^2 3p^4$
   E. [Ne] $3s^2 3p^3$

8. Diantara harga keempat bilangan kuantum dibawah ini yang mungkin pengisisan pada orbital p adalah...
   A. n =3; l = 2; m = -1; s = + ½
   B. n =3; l = 1; m = -1; s = + ½
   C. n =3; l = 2; m = +1; s = + ½
   D. n =3; l = 2; m = 0; s = + ½
   E. n =3; l = 2; m = +2; s = + ½

Ebtanas 87/88

9. Diagram orbital yang menunjukkan adanya eksitasi dalam atom :

	4s	3d				
A.	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑
B.	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑
C.	↑↓	↑	↑	↑	↑	↑
D.	↑	↑	↑	↑	↑	↑
E.	↑↓	↑	↑	↑	↑	

10. Tabel pengisian elektron kedalam subkulit :

Unsur	
I	$1s^2\ 2s^2 2p^5$
II	$1s^2\ 2s^2 2p^5 3s^2$
III	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$
IV	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 4s^1$
V	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$

   Pengisian elektron yang benar menurut aturan aufbau dan Hund adalah....
   A. I dan V
   B. I dan II
   C. II dan V
   D. III dan V
   E. IV dan V

Ebtanas 95/96

11. Unsur X bernomor atom 8, maka harga keempat bilangan kuantum adalah...
   A. n =2; l = 0; m = 0; s = - ½
   B n =2; l = 1; m = 1; s = + ½
   C. n =2 ; l = 1; m = 0; s = - ½
   D. n =2; l = 1; m = -1; s = + ½
   E. n =2; l = 1; m = -1; s = - ½

Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah

12. Konfigurasi elektron untuk ion X^{2-} adalah $1s^2\ 2s^2 2p^6$. Dalam sistem periodik unsur atom X terletak pada…

    A. Periode 2 golongan 2
    B. Periode 2 golongan 10
    C. Periode 2 golongan 18
    D. Periode 3 golongan 2
    E. Periode 3 golongan 8

13. Konfigurasi elektron empat unsur adalah :

    P : $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
    Q : $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$
    R : $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$
    S : $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

    Pernyataan yang benar tentang unsur-unsur tersebut :

    A. Unsur P terletak dalam golongan 8
    B. Unsur S terletak dalam golongan 13
    C. Unsur Q terletak dalam periode 4
    D. Unsur S terletak dalam periode 3
    E. Unsur R terletak dalam golongan 3

14. Elektron terakhir atom suatu unsur memiliki bilangan kuantum, n = 4; l=2; m= -1; s = + ½ . Dalam sistem periodik unsur tersebut terletak pada …

    A. golongan 12 periode 5
    B. golongan 12 periode 4
    C. golongan 4 periode 5
    D. golongan 4 periode 4
    E. golongan 14 periode 4

15. Suatu unsur memiliki konfigurasi elektron $1s^2\ 2s^2 2p^5$. Pernyataan berikut tentang unsur ini adalah benar, kecuali :

    A. Terletak dalam golongan 17 dalam sistem periodik
    B. Cenderung membentuk ion negatif
    C. Memiliki energi ionisasi yang besar
    D. Jari-jari atom yang paling besar dibanding unsur lain dalam periode yang sama.
    E. Membentuk molekul diatomik berikatan tunggal

16. Nomor atom suatu unsur M (nomor atom 13) membentuk M^{3+}maka elektron terluar M^{3+} adalah….

    A. $4s^2$
    B. $2s^2$
    C. $6s^2 2p^6$
    D. $2s^2 2p^6$
    E. $3s^2 3p^6$

17. Konfigurasi elektron suatu unsur $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ Tingkat oksidasi dari unsur tersebut adalah…

    A. +2
    B. +5
    C. +7
    D. –3
    E. +6

Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah

18. Diketahui unsur X dengan nomor atom 25, jumlah elektron pada orbital d adalah....

A. 3 C. 4 E. 5
B. 6 D. 7

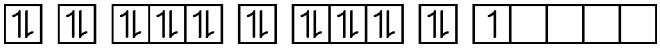
19. Data pengisian elektron dalam orbital sebagai berikut :



Pengisian elektron yang tidak mengikuti aturan *aufbau* dan *Hund* adalah.....

A. 1 dan 2 D. 1 dan 4
B. 2 dan 3 E. 2 dan 4
C. 3 dan 4

20. Konfigurasi elektron unsur X sebagai berikut :



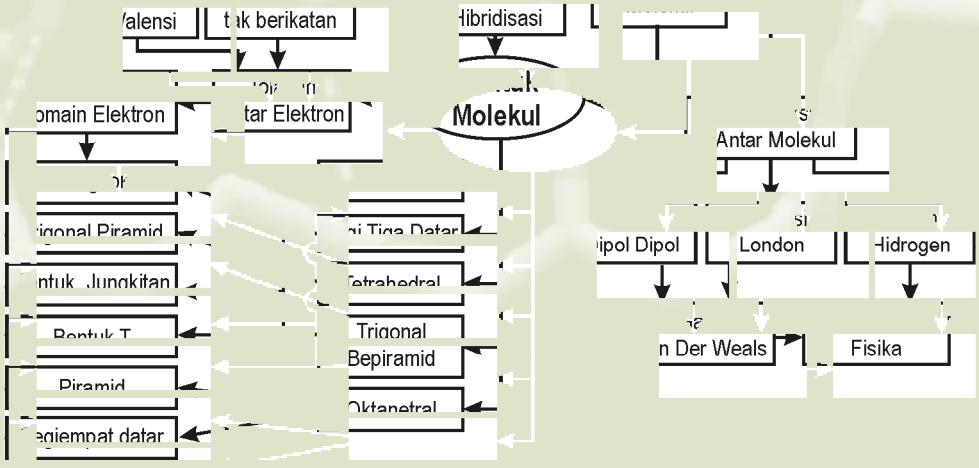
Unsur X terletak pada ....

A. periode 3, golongan 2 D. periode 4, golongan 2
B. periode 3, golongan 3 E. periode 4, golongan 3
C. periode 4, golongan 1

Bab

Bentuk dan Interaksi Antar Molekul

Peta Konsep



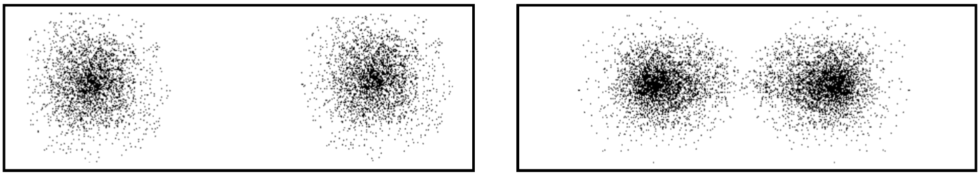
Molekul dibuat dari sejumlah atom yang bergabung bersama dengan ikatan kovalen, dan dapat sangat beragam bentuk dan ukurannya. Ada yang sangat kecil seperti molekul diatomik hidrogen kadang sangat besar seperti makro melekul pada polimer, protein atau DNA. Beberapa manusia bisa saja memiliki wajah serupa, tapi tetap saja berbeda karena mereka memiliki DNA yang berbeda namun mirip, seperti yang terjadi pada anak kembar. Rangkaian DNA ini memiliki struktur *double helix*, yang terdiri dari dua pasang. Kedua rangkaian kode genetik DNA tersebut saling terikat oleh suatu gaya yang sedikit lebih lemah dari ikatan kovalen, yaitu ikatan hidrogen.

Kompetensi Dasar

- Siswa mampu menjelaskan teori jumlah pasangan elektron di sekitar inti atom dan teori hibridisasi untuk meramalkan bentuk molekul.
- Siswa mampu menjelaskan interaksi antar molekul (gaya antar molekul) dengan sifatnya

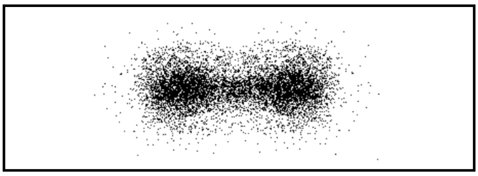
2.1. Pembentukkan molekul dan teori hibridisasi.

Jika dua atom hidrogen cukup jauh (>10 Angstrom) awan elektron tidak berinteraksi satu sama lain. (Gambar 2.1 (a)), tetapi ketika mulai mendekat, terjadi perubahan (lihat Gambar 2.1 b).



Gambar 2.1 Rapat kebolehjadian ditemukannya elektron pada atom hidrogen (a) saat berjauhan (b) saat inti saling mendekat

Jarak yang optimum akan dicapai dimana mereka saling tumpang tindih satu sama lain pada orbital 1s. Terdapat konsentrasi pada rapat kebolehjadian ditemukannya elektron antara dua inti. Mereka akan saling berikatan dengan adanya pembagian elektron. Jarak terpendek antara inti akan meningkatkan daya tolak antar dua inti yang bermuatan positif.



Gambar 2.2 Rapat kebolehjadian ditemukannya elektron ketika inti berikatan

Ikatan dalam molekul diatomik akan membentuk molekul simetri dalam bentuk linier, karena hidrogen tidak memiliki elektron yang tidak dipergunakan dalam ikatan. Seperti tampak sebagai berikut :

$_1H$: $1s^1$, dengan diagram orbital : [↿]

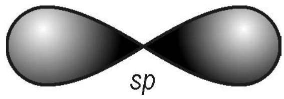
Ketika membentuk molekul H_2, maka pengisian orbital menjadi : [↿⇂]

Dengan orbital yang diisi adalah orbital molekul, hasil gabungan dua atom H, dimana kedua elektron tidak berada pada salah satu sisi atom.

Bagaimana bentuk molekul yang bukan diatomik dimana elektron terluar berada bukan pada orbital s. Sangat sulit menjelaskan bentuk molekul paling sederhana sekalipun jika mengunakan orbital atom. Pemecahan dari masalah ini diusulkan oleh Linus Pauling, yang menyatakan orbital terluar pada suatu atom dapat membentuk orbital atom hibrid.

Bentuk geometri molekul BeF_2 dapat dijelaskan, contoh dengan mengabungkan orbital 2s dari atom berilium dan dengan satu dari orbital 2p sehingga membentuk orbital hibrid sp yang terletak pada posisi yang berlawanan, sebagai berikut:

Be dalam keadaan dasar		Be dalam keadaan terekstasi	Be keadaan hibridisasi
2p [ ][ ][ ] (x y z)		2p [↑][ ][ ] (x y z)	2p [ ][ ]
2s [↑↓]	Tahap 1 →	2s [↑]	Sp [↑][↑]



Gambar 2.3 Bentuk orbital sp

Elektron yang berada pada orbital hibrid tersebut kemudian berikatan dengan elektron tak berpasangan yang dimiliki oleh F.

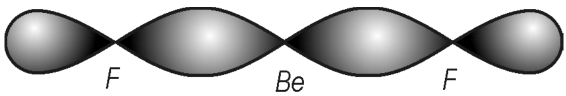
$_{9}F$: $1s^2$ $2s^2$ $2p^5$

2p [↑↓][↑↓][↑] (x y z)

2s [↑↓]

Satu dari elektron valensi atom berilium kemudian diletakkan pada setiap orbital tersebut, sehingga menimbulkan tumpang tindih dengan orbital 2 p sehingga terbentuk molekul BeF_2 yang linier.

BeF_2 sp [↑↓][↑↓]



Gambar 2.4 bentuk orbital molekul dalam senyawa BeF_2

Contoh soal :

Tentukan bentuk hibridisasi yang terjadi pada senyawa NH_3!

Jawab :

$_{1}H$: $1s^1$, dengan diagram orbital : [↑↓]

$_{7}N$: $1s^2 2s^2 2p^3$

2p [↑][↑][↑] (x y z)

2s [↑↓]

Be dalam keadaan dasar → Be dalam keadaan hibridisasi

Sp^3 [↑↓][↑][↑][↑]

Ketika membentuk NH_3

Sp^3 [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]

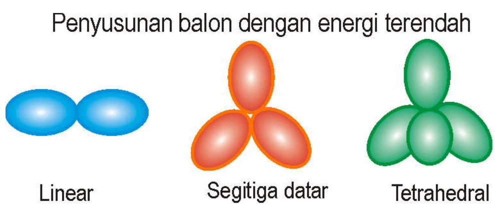
Tugas Mandiri

Tentukan bentuk hibridisasi yang terjadi pada :

(a) BCl_3 (b) CH_4 (c) PCl_5 (d) SF_6

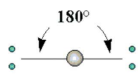
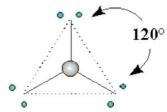
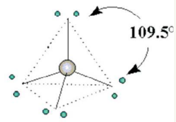
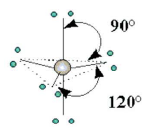
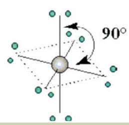
2.2 Bentuk Molekul dan Teori Domain Elektron

Keberadaan elektron tak berikatan dan elektron valensi suatu atom menentukan bentuk molekul ketika dia membentuk ikatan. Teori itu disebut dengan teori domain elektron, yang merupakan pengembangan dari teori VSEPR (Valence Shell Elektron Pair Repulsion). Untuk memahaminya kita gunakan balon, ketika diikat antara dua balon maka balon tersebut akan membentuk linier, jika tiga atau empat balon, maka bentuk yang akan kita peroleh adalah menyusun dan bentuk yang mengatasi halangan strerik seminimal mungkin (lihat Gambar 2.5).



Gambar 2.5 bentuk balon yang digabungkan

Pada teori domain elektron terdapat dua jenis domain, yaitu domain elektron bebas untuk pasangan elektron bebas dan domain elektron ikatan untuk elektron dalam ikatan. Satu pasang elektron bebas dianggap sebagai satu domain elektron. Satu ikatan tunggal satu domain elektron ikatan, satu ikatan rangkap satu domain elektron ikatan, sebuah ikatan rangkap tiga juga dianggap satu domain elektron (lihat Gambar 2.6).

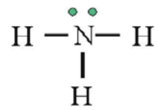
Jumlah domain elektron	Penyusunan domain elektron	Geometri domain elektron	perkiraan sudut ikatan
2		Linier	180^0
3		segitiga datar	120^0
4		tetrahedral	$109{,}5^0$
5		trigonal bipiramid	90^0 120^0
6		Oktahedral	90^0

Gambar 2.6 Bentuk molekul menurut teori domain elektron

Tugas Mandiri

Dengan menggunakan teori domain elektron ini coba kamu tentukan bagaimana bentuk geometri molekul dari $SnCl_3$ dan O_3

Bentuk molekul dapat diperkirakan dengan menggunakan struktur Lewis. Misalnya struktur Lewis amoniak:



Gambar 2.7 Struktur Lewis amoniak

Dengan tiga pasangan elektron yang berikatan dan sepasang elektron bebas, maka menurut domain elektron, akan tersusun dalam bentuk tetrahedral, tapi itu kurang tepat karena besarnya tolakan antar atom H, dengan tolakan antara atom H dan pasangan elektron ternyata tidak sama besar, maka pasangan elektron bebas diperhitungkan dengan cara terpisah, sehingga bentuk yang tepat adalah piramida trigonal.

Jumlah domain elektron	geometri domain elektron	jumlah domain ikatan	jumlah domain elektron bebas	geometri molekul
2	Linier	2	0	Linier
3	Segitiga datar	3	0	Segitiga datar
		2	1	Bengkok
4	Tetrahedral	4	0	Tetrahedral
		3	1	Trigonal piramid
		2	2	Bengkok

Gambar 2.8 Bentuk molekul dengan adanya pasangan elektron bebas

Langkah yang diambil dalam menentukan model domain elektron adalah:

1. Tentukan jumlah elektron valensi dari masing-masing atom yang berikatan
2. Gambarkan struktur Lewisnya
3. Hitung berapa jumlah total pasangan elektron yang berada pada atom pusat.

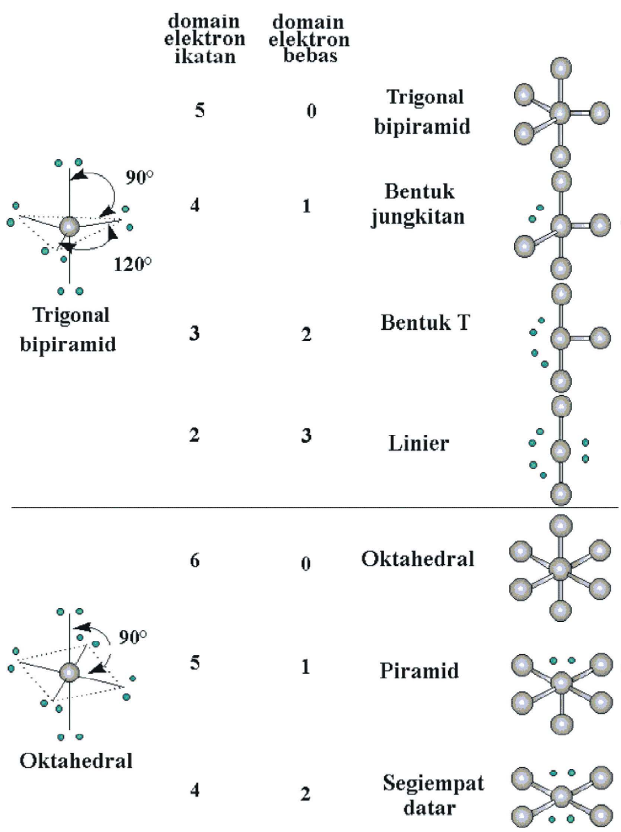
4. Gambarkan geometri molekulnya, dengan mengambil bentuk paling dekat dari lima bentuk dasar, linier, segitiga datar, tetrahedral, trigonal bipiramida atau oktahedral.
5. Ubah sudut ikatan akibat pengaruh pasangan elektron bebas.

Bentuk geometri molekul yang akan terbentuk akibat pengaruh pasangan elektron bebas dapat dilihat pada Gambar 2.8.

Tugas Mandiri

Gambarkanlah bagaimana kemungkinan bentuk molekul dari metana, amoniak dan air dengan menggunakan teori domain elektron ini. Apa kesamaan dasar dan apa penyebab perbedaannya? Diskusikanlah bersama teman-temanmu bagaimana pengaruh adanya pasangan elektron bebas pada bentuk molekul dari senyawa metana, amoniak dan air.

Senyawa yang memiliki bentuk trigonal bipiramid dan oktahedral biasanya terbentuk dari atom pusat yang memiliki orbital d, yaitu untuk unsur-unsur yang memiliki kulit pada n=3 atau lebih besar, sehingga memiliki kemungkinan untuk memiliki elektron valensi lebih dari 4 pasang elektron.



Gambar 2.9
Bentuk molekul dengan adanya pasangan elektron bebas untuk trigonal bipiramida dan oktahedral

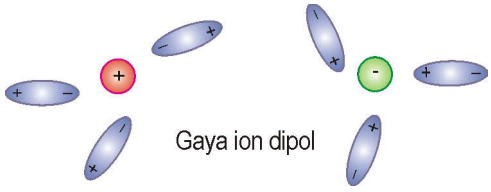
Adanya pasangan elektron bebas menimbulkan perubahan sudut ikatan, karena tolakan antar pasangan elektron bebas lebih besar dari tolakan pasangan elektron yang dipergunakan dalam ikatan. Bentuk-bentuk yang akan terjadi akibat pengaruh pasangan elektron bebas tersebut dapat kamu lihat dalam Gambar 2.9:

Tugas Mandiri

Carilah masing-masing satu contoh senyawa dengan bentuk molekul oktahedral, piramida dan segi empat datar. Kamu dapat menggunakan pengetahuanmu atau data tentang jumlah ikatan yang bisa terbentuk dan pasangan elektron bebas yang dimilikinya.

2.3. Interaksi Ion-dipol

Antara ion dan ion terjadi interaksi karena adanya gaya tarik antara ion positif dan ion negatif. Pada interaksi antara ion bermuatan dengan molekul polar (yaitu molekul dengan dipol) terjadi gaya tarik antara kation ujung negatif dipol atau anion dengan ujung positif dipol. Gaya ion dipol adalah penting dalam terjadinya larutan dalam pelarut polar, misalnya larutan garam dalam air. (lihat Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Interaksi ion dipol

Tugas Mandiri

Coba kamu cari contoh senyawa dan pelarutnya yang menimbulkan adanya interaksi ion dipol ini! Apa semua pelarut akan berinteraksi dengan garam yang dilarutkannya? dan apa pengaruhnya?

2.4. Interaksi antar molekul

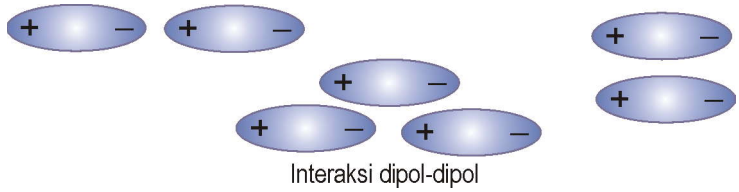
Molekul netral (bukan ion) memiliki gaya elektrostatik, diantaranya: (1) Gaya dipol-dipol, (2) Gaya dispersi London dan (3) Ikatan hidrogen

Gaya dipol-dipol dan gaya dispersi termasuk ke dalam gaya van der Waals. Gaya van der Waals muncul dari fakta yang menunjukkan gaya tersebut menimbulkan penyimpangan sifat gas dari gas ideal.

a. Gaya Dipol-dipol

Gaya dipol-dipol merupakan gaya yang lebih lemah dari gaya tarik menarik ion-dipol. Gaya dipol-dipol meningkat sesuai dengan kenaikan kepolaran yang

dimiliki oleh molekulnya. Molekul polar saling menarik satu sama lain, ketika bagian yang positif pada molekul berada di dekat ujung dipol molekul lain yang bermuatan negatif. Molekul polar haruslah sangat dekat pada jarak yang signifikan untuk terjadinya gaya tarik menarik antara dipol-dipol



Gambar 2.11 Interaksi dipol dipol

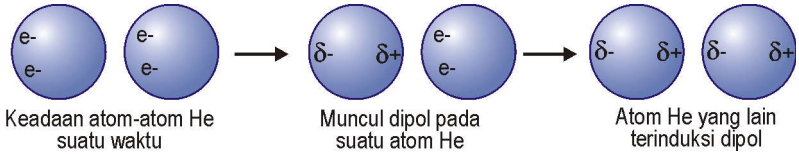
Pengaruh interaksi dipol-dipol ini dapat kita amati dari kenaikan titik didih untuk molekul polar pada massa yang serupa, tetapi memiliki dipol yang semakin besar.

Tabel 2.1 Titik didih senyawa yang berinteraksi dipol-dipol

Zat	Massa Molekul (sma)	Momen Dipol, u (D)	Titik Didih (K)
Propana	44	0.1	231
Dimetil eter	46	1.3	248
Metil klorida	50	2.0	249
Asetaldehid	44	2.7	294
Asetonitril	41	3.9	355

b. Gaya Dispersi London

Atom bukan sesuatu yang diam saja, kerapatan elektron berfluktuasi di sekitar atom. Pada satu titik mungkin saja kerapatan elektron pada salah satu sisi atom lebih besar dibandingkan sisi yang lainnya. Sehingga timbul dipol sesaat. Atom-atom pada keadaan dingin akan bergerak tidak terlalu cepat, sehingga atom akan terpengaruhi oleh adanya dipol ini, dan mengkutub dengan sendirinya sebagai respon. Gaya tarik antara atom, yaitu interaksi antara dipol sesaat dan dipol terinduksi ini tidak terlalu kuat, tapi tetap ada.



Gambar 2.12 Interaksi dipol sesaat-dipol terinduksi

Medan listrik luar dapat menyebabkan adanya induksi dipol dimana elektron akan terdistribusi dan menyebabkan molekul terpolarisasi. Kemampuan suatu molekul untuk diganggu distribusi elektronnya disebut kebolehpolaran.

Kebolehpolaran yang lebih besar pada suatu molekul akan mempermudahnya untuk terinduksi membentuk momen dipol dan semakin kuat gaya dispersi. Atom yang lebih besar akan memiliki kebolehpolaran yang lebih besar, karena :

- Elektronnya berada jauh dari inti (distribusi tidak simetris menghasilkan dipol yang lebih besar sehingga terjadi pemisahan lebih besar)
- Jumlah elektronnya lebih banyak (menimbulkan kemungkinan distribusi tidak simetris yang lebih tinggi)

Molekul besar juga cenderung memiliki kebolehpolaran lebih besar, karena memiliki jumlah elektron yang lebih banyak. Gaya dispersi hanya kuat ketika atom tetangganya benar-benar dekat. Perhatikan data titik didih senyawa halogen pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Titik didih halogen

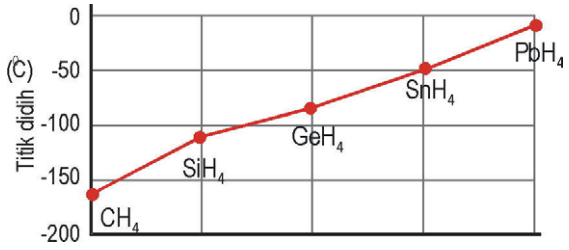
Gas halogen	Jumlah elektron	Titik didih(^{0}C)
F_2	18	-188.1
Cl_2	34	-34.0
Br_2	70	59.5
I_2	106	185.2

Salah satu konsekuensi dari adanya gaya ini adalah bentuk fasa suatu zat. Jika tidak terdapat gaya tarik maka kumpulan molekul atau atom suatu zat akan berwujud gas walaupun tidak ada kenaikan suhu atau penurunan tekanan.

Gaya antar molekul pada umumnya lemah dibandingkan dengan ikatan kovalen. Untuk memutuskan gaya tarik antar molekul HCl, hanya diperlukan 16 kJ/mol, sedangkan untuk memutuskan ikatan kovalen antara atom H dan Cl pada molekul HCl dibutuhkan 431 kJ/mol.

Kekuatan gaya antar molekul menjelaskan sifat fisik pada zat seperti titik leleh, titik didih dan tekanan uap. Suhu pada titik didih merupakan energi kinetik yang diperlukan untuk mengatasi gaya tarik antar molekul

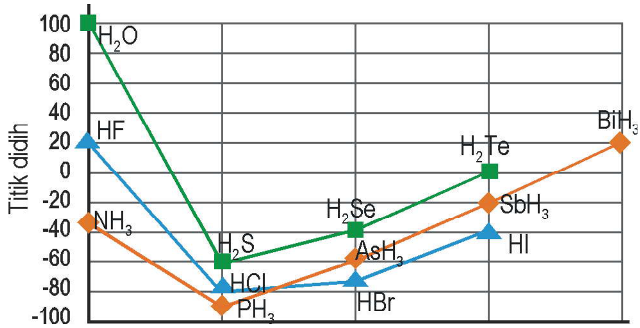
Beberapa unsur membentuk senyawa dengan hidrogen, atau disebut hidrida. Jika titik didih senyawa hidrida dari golongan 14 dialurkan, tampak kenaikan titik didih semakin ke bawah semakin besar, seperti pada Gambar 2.13 .



Gambar 2.13 Grafik titik didih unsur golongan 14

Kenaikan titik didih terjadi karena molekulnya semakin membesar dengan semakin banyaknya elektron, sehingga gaya van der waals semakin membesar. Alur titik didih senyawa-senyawa hidrida pada unsur-unsur golongan lima belas, enam belas dan tujuh belas, menunjukkan kecenderungan yang sama dengan

golongan empat belas. Namun untuk unsur pertama pada setiap golongan memiliki titih didih yang malah lebih tinggi dari yang lainnya.

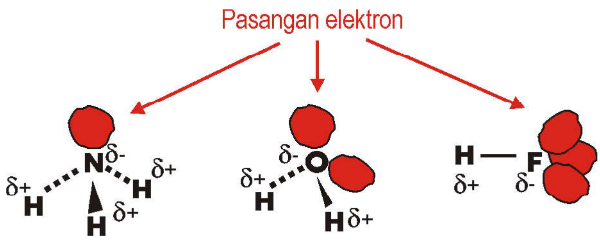


Gambar 2.14 Grafik titik didih unsur golongan 15, 16 dan 17

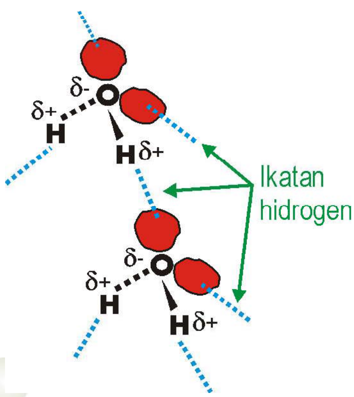
Dalam masalah NH_3, H_2O dan HF tentu ada gaya lain yang menyebabkan penyimpangan tersebut, dan gaya tersebut adalah ikatan hidrogen.

c. Ikatan Hidrogen

Pada molekul yang memiliki ikatan hidrogen memiliki kelebihan pasangan elektron yang tidak digunakan untuk berikatan:



Gambar 2.15 Pasangan elektron bebas pada senyawa berikatan hidrogen



Gambar 2.16 Ikatan hidrogen antar molekul air

Pada air, ikatan oksigen-hidrogen adalah polar, oksigen merupakan unsur yang lebih elektronegatif sehingga molekulnya menjadi polar (bentuk molekul tidak linier tapi berbentuk V). Ini disebabkan adanya pasangan elektron yang tak berikatan pada atom oksigen. Salah satu ujung bermuatan negatif sedangkan hidrogen yang relatif bermuatan positif akan menarik ujung oksigen dari molekul lain yang bermuatan negatif. Aksi antar molekul ini dinamai dengan ikatan hidrogen ini dan bertindak seperti layaknya lem yang menahan molekul air untuk tetap bersama-sama (lihat Gambar 2.16).

Ikatan hidrogen dalam air ini, menimbulkan sifat fisik yang sangat mengherankan, titik didih air, sebagai contoh, jauh lebih besar dibanding senyawa yang lebih berat tapi tidak memiliki ikatan hidrogen. Untuk itulah seluruh umat manusia seharusnya bersyukur atas terciptanya ikatan hidrogen, karena kalau tidak maka air akan berwujud gas pada suhu kamar.

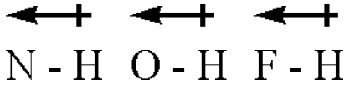
Tabel 2.3 Titik didih air dan senyawa yang lebih berat

Senyawa	Massa molekul relatif	Titik didih (°C)
H_2O	18	100
H_2S	34	-65
H_2Se	81	-45
H_2Te	130	-15

Tugas Mandiri

Senyawa-senyawa apa saja yang memiliki ikatan hidrogen? Dapatkah kamu memikirkan sifat fisik lain yang mungkin akan dipengaruhi oleh adanya sifat seperti lem dari ikatan hidrogen?

Ikatan hidrogen dianggap sebagai interaksi dipol-dipol khusus. Ikatan antara hidrogen dan atom yang elektronegatif seperti F, O dan N adalah sangat polar:



Gambar 2.17 Arah pengkutuban pada unsur yang lebih elektronegatif

Atom hidrogen tidak memiliki elektron bagian dalam, satu-satunya elektron yang ada adalah elektron yang dipergunakannya untuk berikatan. Muatan positif akan menarik muatan negatif pada atom elektronegatif molekul tetangga terdekat. Karena atom hidrogen dalam ikatan polar akan memiliki kekurangan elektron pada satu sisi, maka atom hidrogen akan sangat dekat dengan atom tetangga yang sangat elektronegatif, dan berinteraksi dengan sangat kuat (ingat semakin dekat semakin kuat gaya elektrosatisnya).

Tugas Mandiri

Coba kamu cari struktur DNA, ikatan apa saja dan gaya antar molekul apa aja yang ada dalam DNA, serat bagian mana dari DNA yang berperan dalam timbulnya gaya antar molekul tersebut.Diskusikanlah bersama teman-temanmu, lalu kamu coba presentasikan didepan teman-temanmu yang lain.

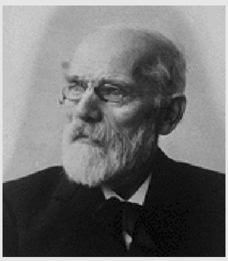
Kekuatan ikatan hidrogen beragam dari sekitar 4 kJ/mol hingga 25 kJ/mol, jadi masih lebih lemah jika dibandingkan dengan ikatan kovalen, tetapi lebih kuat dari gaya tarik dipol-dipol dan dari gaya dispersi. Ikatan hidrogen memiliki peran penting dalam pengaturan molekul biologis, terutama dalam menentukan struktur protein.

Kekuatan relatif pada jenis interaksi ikatan non- kovalen yang berbeda, dan keterkaitan antara jarak yang terbentuk oleh adanya interaksi dari molekul tersebut dengan kekuatan gaya yang ada ditunjukkan sebagaimana terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kekuatan berbagai jenis interaksi

Jenis Reaksi	E α jarak	Energi (kJ/mol)
Ion - Ion	$\alpha\ 1/r$	20
Ion - dipol	$\alpha\ 1/r^2$	12-30
Ikatan H (Dipol - Dipol)	$\alpha\ 1/r^3$	12-30
Ion - Dipol terinduksi	$\alpha\ 1/r^4$	5
Dipol - Dipol terinduksi	$\alpha\ 1/r^5$	2
Dipol terinduksi - Dipol terinduksi	$\alpha\ 1/r^6$	1

Sang Ilmuwan



Johannes Diderik van der Waals(1837-1923) lahir pada 23 Nopember 1837 di Leiden, Belanda. Pada tahun 1864 ia mengajar di sekolah menengah di Deventer. Pada tahun 1873 ia menyelesaikan program doktornya dengan tesis yang berjudul *Over de Continuïteit van den Gas - en Vloeistoftoestand* (Kontinyuitas keadaan gas dan cairan). Van der Waals tertarik pada tesis R. Clausius yang membahas panas sebagai fenomena gerak, dan menjelaskan tentang eksperimen yang dilakukan T. Andrew (1869) yang menunjukkan keberadaan "suhu kristis". Van der Waals dengan menghitung volume molekul dan gaya antar molekulnya



PETER JOSEPHUS WILHELMUS DEBYE (1884 - 1966)Adalah ilmuwan keturunan Amerika-Belanda, yang memberikan banyak teori larutan elektrolit. Ia juga mempelajari momen dipol molekul, dengan keluasan pengetahuannya tentang susunan atom dalam molekul dan jarak antar atom. Pada tahun 1916 ia menunjukkan bahwa zat padat dapat digunakan dalam bentuk serbuk untuk studi struktur kristalnya dengan menggunakan sinar-x, sehingga tahap tersulit yaitu penyiapan *sample* dalam pengujian dapat dihilangkan. Debye memperoleh hadia Nobel dalam bidang kimia pada pada tahun 1936, untuk sumbangannya terhadap perkembangan sains melalui penelitiannya pada momen dipol dan difraksi sinar-x dan elektron dalam gas.

Sumber : http://www.geocities.com

Rangkuman

- Jika dua atom cukup jauh (>10 Angstrom) awan elektronnya tidak berinteraksi satu sama lain ketika mulai mendekat mulai beriteraksi dan pada jarak optimum terjadi tumpang tindih orbital. Ikatan dalam molekul diatomik membentuk molekul simetri dalam bentuk linier. Untuk molekul non diatomik diusulkan oleh *Linus Pauling*, yang menyatakan orbital terluar pada suatu atom dapat membentuk orbital atom hibrid.
- Keberadaan elektron tak berikatan dan elektron valensi suatu atom menentukan bentuk molekul ketika dia membentuk ikatan. Teori itu disebut dengan teori **domain elektron**, yang merupakan pengembangan dari teori **VSEPR** (*Valence Shell Elektron Pair Repulsion*).
- Bentuk suatu molekul diantaranya linier, segitiga datar, tetrahedral, trigonal bipiramid, oktahedral, dengan adanya pengaruh domain elektron terdapat bentuk bengkok, trigonal piramid, jungkitan, bentuk T, piramid dan segi empat datar.
- Interaksi ion-dipol mencakup interaksi antara ion bermuatan dengan molekul polar. Kation akan tertarik pada ujung negatif pada dipol sedangkan anion akan tertarik pada ujung positif dari dipol
- Gaya interaksi antar molekul terdiri Gaya Dipol-dipol, Gaya dispersi London, Ikatan Hidrogen. Gaya dipol-dipol dan gaya dispersi termasuk ke dalam gaya *van der Waals*
- Gaya dipol-dipol ada antar molekul polar yang netral. Gaya dipol-dipol meningkat sesuai dengan kenaikan kepolaran yang dimiliki oleh molekulnya.
- Gaya dispersi timbul karena fluktuasi kerapatan elektron di sekitar atom yang menimbulkan interaksi antara dipol sesaat dan dipol terinduksi dimana elektron akan terdistribusi dan menyebabkan molekul terpolarisasi.
- Gaya dispersi hanya kuat ketika atom tetangganya benar-benar dekat. Salah satu konsekuensi dari adanya gaya ini adalah bentuk fasa suatu zat
- Kekuatan gaya antar molekul menjelaskan sifat fisik pada zat seperti titik leleh, titik didih dan tekanan uap. Suhu pada titik didih merupakan energi kinetik yang diperlukan untuk mengatasi gaya tarik antar molekul
- Antaraksi antar molekul yang memiliki hidrogen dan atom yang elektronegatif seperti F, O dan N yang memiliki kelebihan pasangan elektron yang tidak digunakan untuk berikatan dinamai dengan ikatan hidrogen
- Kekuatan ikatan hidrogen akan menyebabkan kenaikan titik didih beberapa senyawa seperti H_2O, HF, NH_3.
- Sedangkan pengaruh gaya *van der Waals* pada kenaikan titik didih ditentukan ukuran molekul senyawa tersebut, semakin besar ukuran molekul semakin besar titik didih, karena gaya *van der Waals*nya semakin besar

Uji Kemampuan

1. Bagaimana bentuk hibridisasi yang terjadi dalam H_2O, NH_3 dan CH_4? Bagaimana bentuk molekulnya? Apakah sama atau berbeda, jika berbeda jelaskan letak perbedaannya?
2. Tentukan bentuk molekul yang mungkin dari:
   a. BF_3 b. NF_3
   c. CO_2 d. $SnCl_4$
3. Apa yang kamu ketahui tentang:
   a. Gaya interaksi antar molekul
   b. Gaya van der waals
   c. Ikatan hidrogen
   d. Titik didih
4. Kelompokkan campuran senyawa berikut sebagai yang mengalami interaksi ion-dipol atau interaksi antar molekul:
   a. $Ba(OH)_2$ dalam larutan air
   b. HCl dalam air
   c. Larutan asam cuka
   d. Alkohol 30%
5. Sebutkan jenis interaksi antar molekul yang terjadi dalam:
   a. Penyubliman gas hidrogen
   b. Pelarutan etanol dalam air
   c. Larutan amoniak dalam air
   d. Cairan kloroform
6. Jelaskan mengapa titik didih golongan 17 memiliki urutan HF > HI > HBr >HCl
7. Jelaskan mengapa antara HF, H_2O dan NH_3 dan CH_4 memiliki urutan titik didih H_2O > HF >NH_3> CH_4

TRy Out



Find these words

1. Van der Waals
2. Molecular interaction
3. Hydrogen bonding
4. Leyden
5. Boiling point
6. DNA
7. Diderik
8. Deventer
9. Double helix
10. Protein
11. Water
12. Ammonium

M	B	O	D	I	N	G	L	E	A	R	N	I	N	G	Y	O	U	K	H
Y	O	R	I	L	B	I	R	T	H	D	A	Y	S	O	H	A	R	A	A
L	I	L	D	O	U	B	L	E	H	E	L	I	X	A	D	I	P	G	P
O	L	N	E	V	F	O	U	N	D	I	N	G	U	M	Y	M	R	O	P
F	I	T	R	C	E	M	T	O	N	E	V	E	R	O	W	N	O	M	Y
E	N	S	I	S	U	E	W	G	U	Q	U	I	S	N	W	A	T	E	R
I	G	V	K	O	C	L	F	O	U	R	O	T	O	I	J	O	E	R	A
S	P	A	P	M	U	V	A	N	D	E	R	W	A	A	L	S	I	L	S
S	O	N	A	U	R	E	B	R	M	E	L	T	O	C	T	B	N	E	K
O	I	T	U	C	I	B	F	R	I	T	Z	L	O	N	D	O	N	N	I
D	N	A	L	A	M	O	N	I	U	N	H	I	K	A	R	U	O	M	N
A	T	D	I	H	Y	D	U	B	A	M	T	D	H	A	I	Z	G	E	U
R	D	E	E	R	P	O	I	N	T	O	N	E	D	E	R	L	O	L	Y
L	A	G	I	V	W	G	U	A	I	N	M	V	R	S	A	V	E	E	A
I	E	N	S	T	E	I	N	K	D	E	Y	E	F	A	R	S	F	Y	S
N	A	L	B	E	R	T	U	K	E	Y	G	O	C	U	C	U	A	D	A
G	O	I	S	L	A	M	E	T	H	A	T	I	W	A	N	T	B	E	H
S	T	R	O	N	H	Y	D	R	O	G	E	N	B	O	N	D	I	N	G
O	F	I	T	G	T	H	E	F	A	R	O	F	I	L	O	N	D	O	N
U	N	T	I	L	S	K	Y	E	N	D	M	Y	T	I	M	E	T	I	N

Uji Kompetensi

1. Suatu senyawa memiliki jumlah domain elektron ikatan 3 dan domain elektron bebas 0, bentuk molekul dari senyawa tersebut adalah.....
   A. Linier
   B. Tetrahedral
   C. Segitiga datar
   D. Oktahedral
   E. Bipiramida segitiga

2. Dipol permanen akan terdapat pada molekul.....
   A. CH_4
   B. PCl_3
   C. $BeCl_2$
   D. CCl_4
   E. BCl_3

3. Berikut adalah data dari beberapa jenis gas :

Zat Cair	Jumlah elektron	Titik didih (^0C)
P	106	185.2
Q	34	-34.0
R	70	59.5
S	18	-188.1
T	44	- 43

   Molekul gas yang memiliki gaya disperse London terbesar adalah ...
   A. P
   B. R
   C. T
   D. Q
   E. S

4. CH_4 mempunyai struktur tetrahedral, dengan empat buah domain elektron ikatan pada empat arah yang sama. Maka bentuk hibridisasi yang terjadi pada CH_4 adalah.....
   A. sp
   B. sp^3
   C. sp^3d^2
   D. sp^2
   E. sp^3d

5. Diantara senyawa berikut :
   (1) NH_3 (2) H_2S (3) H_2O (4) HCl (5) HF
   yang dapat membentuk ikatan hidrogen adalah :
   A. (1) dan (2)
   B. (1), (3) dan (5)
   C. (3) dan (5)
   D. (2) dan (3)
   E. (1) dan (3)

6. Diberikan Data sebagai berikut :

Zat Cair	Titik didih (^{0}C)
P	-83
Q	-40
R	- 59
S	-20
T	20

Gaya tarik menarik antar molekul yang paling kuat terjadi pada molekul ....

A. P
B. R
C. T
D. Q
E. S

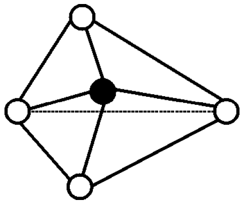
7. Titik didih H_2S(Mr = 34) lebih rendah dari titik didih H_2O(Mr = 18), karena:
   A. Massa molekul relatif H_2S lebih besar dari H_2O
   B. H_2O membentuk ikatan hidrogen sedangkan H_2S tidak
   C. H_2S lebih mudah terionisasi, dibanding H_2O
   D. Ikatan kovalen H_2O lebih kuat dari H_2S
   E. Gaya van der Waals H_2S lebih besar dari H_2O

8. Diantara keempat hidrogen halinida yang paling tinggi titik didihnya adalah Hidrogen flourida, karena :
   A. Hidrogen flourida memiliki massa molekul realtif terkecil
   B. Hidrogen flourida memiliki massa molekul terbesar
   C. Hidrogen flourida membentuk ikatan hidrogen antar sesama molekulnya
   D. Hidrogen flourida memiliki gaya van der waals
   E. Ikatan antara H dan F sangat polar

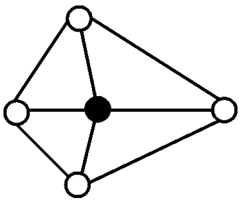
9. Pasangan yang tidak mungkin terjadi antara bentuk hibridisasi dan bentuk molekul suatu senyawa adalah :
   A. sp - linier
   B. sp^3 - linier
   C. sp^3 - bentuk bengkok
   D. sp^3 - tetrahedral
   E. sp^3 - trigonal bipiramid

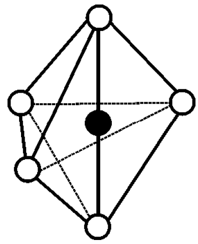
10. Interaksi antar atom gas mulia yang timbul akibat adanya kedekatan jarak dan fluktuasi kerapatan elektron, disebut :
    A. Gaya dispersi London
    B. ikatan hidrogen
    C. Gaya ion-dipol
    D. Gaya dipol-dipol
    E. Gaya van der waals

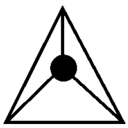
11. Antara unsur B (nomor atom 5) dengan F (nomor atom 9) dapat membentuk senyawa BF_3. Bentuk molekul BF_3 adalah...

A. 

D. 

B. 

E. 

C. 

Ebtanas 95/96

12. Unsur X dan Y masing-masing mempunyai nomor atom 16 dan 9. Kedua unsur ini membentuk senyawa dengan rumus XY_6. Bentuk molekul senyawa XY_6 adalah......

A. Linier
B. Tetra hedral
C. Oktahedral
D. Segitiga sama sisi
E. Trigonal bipiramid

13. Bentuk molekul NH_3 adalah...

A. Linier
B. Bujur sangkar
C. Tetra hedral
D. Oktahedral
E. Piramida trigonal

Ebtanas 93/94

14. Suatu senyawa mempunyai bentuk molekul bipiramidal trigonal, maka jumlah pasangan elektron terikat dalam senyawa tersebut adalah.....

A. 2
B. 3
C. 4
D. 5
E. 6

Ebtanas 91/92

15. Jika unsur P dengan nomor atom 5 bersenyawa dengan unsur Q dengan nomor atom 17, maka bentuk molekulnya adalah ....

A. linier
B. segitiga planar
C. piramida segitiga
D. segi empat planar
E. tetrahedral

Ebtanas 92/93

16. Bentuk hibrida dari beberapa senyawa :

No.	Rumus senyawa	Bentuk hibrida
1.	CH_4	sp^2
2.	HCl	sp
3.	H_2O	dsp^2
4.	NH_3	sp^3d^2
5.	$Ag(NH_3)_2^+$	d^2sp^3

Dari data tersebut yang merupakan pasangan yang tepat adalah....

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5

Ebtanas 89/90

17. Unsur Xe dengan nomor atom 54 dan unsur F dengan nomor atom 9 pembentuk senyawa XeF_4. Yang bentuk molekulnya adalah ...

A. linier
B. segitiga datar
C. Oktahedron
D. Tetra hedron
E. bujur sangkar

Ebtanas 90/91

18. Jumlah pasangan elektron terikat dan pasangan elektron bebas suatu senyawa 3 dan 1. Bentuk molekul senyawa itu adalah ...

A. Segitiga planar
B. Bentuk V
C. segiempat datar
D. Piramida segitiga
E. tetrahedron

Ebtanas 90/91

19. Senyawa NI_3 mempunyai 3 pasangan elektron yang terikat dan 1 pasangan elektron bebas. Bentuk geometri molekul tersebut adalah ...

A. piramida segitiga
B. piramida bujur sangkar
C. oktahedron
D. segitiga datar
E. segi empat datar

Ebtanas 88/89

Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah

20.

No.	Jumlah pasangan elektron tak terikat pada atom pusat	Jumlah pasangan elektron terikat pada atom pusat	Bentuk Molekul
1	1	3	Piramida trigonal
2	0	6	Oktahedron
3	2	2	Planar bentuk V
4	0	3	Bipiramidal trigonal

Menurut teori tolakan pasangan elektron, data tentang hubungan jumlah pasangan elektron yang tidak benar adalah ....

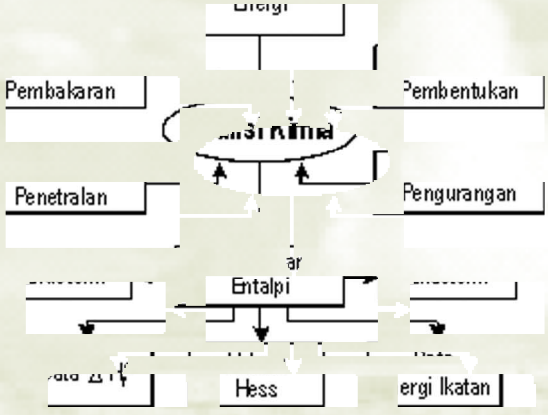
A. 1 dan 2
B. 2 dan 3
C. 3 dan 4
D. 1 dan 4
E. 4 saja

Ebtanas 87/88

Bab

Termokimia

Peta Konsep



Geyser merupakan pancaran air panas. Panas yang dimiliki geyser ini diyakini berasal dari panas bumi, dan aliran sungai dalam bumi melewati sumber panas ini. Panas merupakan bentuk energi, energi panas yang ada dalam bumi ditransfer pada air, dan panas dari geyser ini, terutama uapnya bisa dijadikan sumber energi oleh manusia dengan menciptakan pembangkit listrik tenaga uap, bahkan tenaga pancarannya dapat dipakai untuk memutar turbin yang digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air. Termokimia mempelajari tentang panas yang menyertai suatu reaksi kimia. Untuk itu mari kita pelajari bagaimana panas atau energi terlibat dalam suatu reaksi.

Kompetensi Dasar

- Siswa mampu mendeskripsikan perubahan entalpi suatu reaksi, reaksi eksoterm dan reaksi endoterm
- Siswa mampu menentukan ΔH reaksi berdasarkan percobaan, hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.

3.1 Perubahan Entalpi, Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Pada kondisi tekanan tetap (pada umumnya proses biologis berlangsung pada tekanan tetap) panas yang diserap atau diterima sistem disebut dengan entalpi. Kita tak dapat mengukur entalpi secara langsung, tetapi yang diukur adalah perubahan entalpi (ΔH). **Perubahan entalpi** adalah banyaknya kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada tekanan tetap.

$$\Delta H = q_p$$

Reaksi kimia ketika terjadi dalam suatu wadah yang terbuka, pada umumnya akan mengalami pertambahan energi atau kehilangan energi dalam bentuk panas. Jika suatu reaksi yang terjadi dalam sistem menghasilkan panas, maka terasa panas bila sistem disentuh. **Reaksi eksoterm** adalah reaksi yang disertai dengan pelepasan energi/panas ke lingkungan. Contoh : Pada reaksi antara soda api (NaOH) dan asam lambung (HCl), kalau kita pegang wadah reaksinya akan terasa panas.

Panas mengalir antara sistem dan lingkungan sampai suhu antara keduanya sama. Ketika reaksi kimia terjadi dimana sistem menyerap panas, maka proses tersebut disebut reaksi endoterm, ditunjukkan dengan keadaan sistem yang lebih dingin. **Reaksi endoterm** adalah reaksi yang disertai dengan penyerapan kalor/panas dari lingkungan. Contoh, pada reaksi antara barium oksida dan ammonium klorida kalau kita pegang wadah akan terasa dingin, karena adanya aliran kalor dari lingkungan ke sistem.

Perubahan entalpi (ΔH), menunjukkan selisih antara entalpi sistem sebelum reaksi dan setelah reaksi berlangsung.

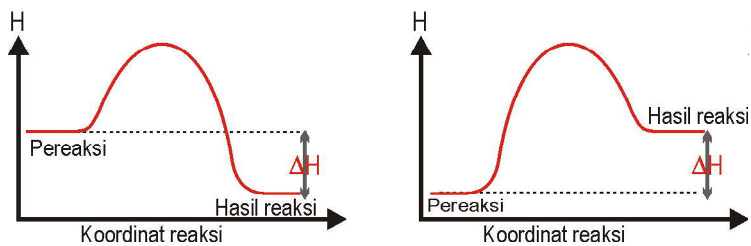
$$\Delta H = H_{akhir} - H_{awal}$$

Sehingga:

- Pada reaksi endoterm, sistem memiliki entalpi yang lebih besar pada akhir reaksi, $H_{akhir} > H_{awal}$ dan ΔH positif(ΔH = +)
- Pada reaksi eksoterm sistem memiliki entalpi yang lebih rendah pada akhir reaksi, $H_{akhir} > H_{awal}$ dan ΔH bernilai negatif (ΔH = -).

Kita juga dapat menggambarkan ΔH untuk reaksi dengan membandingkan entalpi untuk hasil reaksi dan sebelum bereaksi:

$$\Delta H = H_{(hasil\ reaksi)} - H_{(pereaksi)}$$



Gambar 3.1 Diagram reaksi (a) eksoterm (b) endoterm

Perubahan entalpi yang berhubungan dengan reaksi disebut entalpi reaksi (ΔH reaksi).

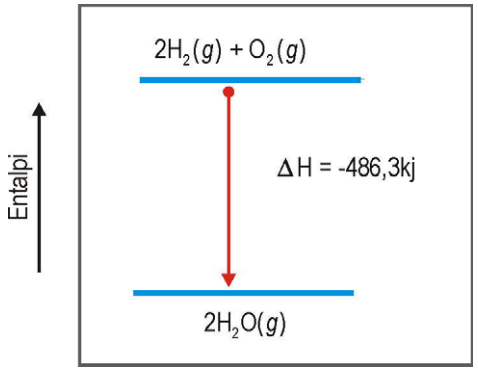
Biasanya nilai ΔH_{reaksi}, disertakan dengan persamaan reaksi yang sudah disetarakan:

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)\ \Delta H = -483{,}6\ kJ$$

Perhatikan hal-hal berikut ;

- ΔH bernilai negatif, menunjukkan reaksi melepaskan panas (eksoterm)
- Reaksi memberikan energi sebanyak 483,6 kilo joule energi ketika 2 mol dari H_2 bergabung membentuk 1 mol O_2 untuk menghasilkan 2 mol H_2O.

Entalpi relatif zat hasil reaksi dan pereaksi dapat juga ditunjukkan dalam diagram energi disamping ini.



Gambar 3.2 Diagram energi reaksi pembentukkan air

Contoh : Berdasarkan reaksi:

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) \quad \Delta H = -483{,}6\ kJ$$

Berapa panas yang dihasilkan jika kita mereaksikan 11,2 liter gas hidrogen pada keadaan STP.

Jawab: Karena pada keadaan STP 1 mol suatu gas memiliki volume 22,4 liter, maka

$$11{,}2 \text{ liter gas hidrogen} = \frac{11{,}2}{22{,}4} = 0{,}5 \text{ mol}$$

Sedangkan panas 483 kJ itu untuk 1 mol gas oksigen yang bereaksi dan untuk 2 mol gas hidrogen (lihat persamaan reaksi), maka panas untuk 0,5 mol gas hidrogen adalah :

$$\frac{0{,}5}{2} \times 483\ kj = 120{,}75\ kj$$

Tugas Mandiri

Berdasarkan reaksi:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)\ \Delta H = -802\ kJ$$

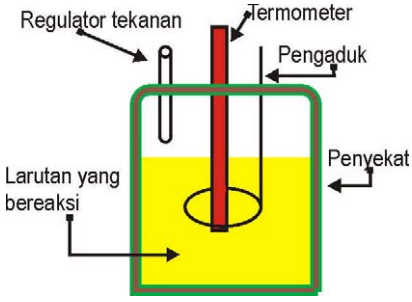
Berapa panas yang dilepaskan jika kita membakar 4,5 gram metana?

Buktikan

Reaksi endoterm, eksoterm dan perubahan entalpi

Alat yang digunakan : kalorimeter tekanan tetap, gelas kimia 250 mL, batang pengaduk, labu Erlenmeyer 250 mL

Bahan yang digunakan : HCl 0,5 M ,NaOH 0,5 M, $Ba(OH)_2$ 0,25 M dan NH_4Cl 0,5 M



Gambar 3.3 Kalorimeter

Kamu lakukanlah langkah kerja berikut :

1. Siapkan alat-alat kalorimeter dalam keadaan bersih.
2. Masukkan 100 mL larutan HCl 0,5 M ke dalam kalorimeter. Ukur suhunya.
3. Sementara itu, sediakan pula 100 mL larutan NaOH 0,5 M ke dalam labu Erlenmeyer. Ukur pula suhunya.
4. Tuangkan larutan NaOH ke dalam larutan HCl. Kemudian catat suhunya setiap satu menit. Pencatatan dilakukan hingga diperoleh suhu yang relatif tetap.
5. Tentukan nilai kalor yang diserap atau dilepas berdasarkan data yang kamu peroleh
6. Ulangi langkah diatas untuk larutan $Ba(OH)_2$ 0,25 M dan NH_4Cl 0,5M
7. Buatlah kesimpulan dari hasil percobaanmu

***Catatan**: Untuk hasil percobaan yang lebih akurat langkah percobaan dapat diawali dengan penentuan tetapan kalorimeter*

3.2. Jenis-jenis Entalpi Reaksi

Perubahan entalpi reaksi merupakan perubahan entalpi untuk reaksi yang terjadi, reaksi disini adalah reaksi secara kimia yang mencakup perubahan suatu zat menjadi zat lain yang berbeda dengan zat semula bukan perubahan secara fisik seperti pada pelelehan, penguapan ataupun pelarutan. Ada berbagai jenis entalpi reaksi atau kalor reaksi, diantaranya:

1. Entalpi pembentukan (ΔH_f)

Entalpi pembentukan adalah kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya. Perubahan entalpi pembentukan dilambangkan dengan ΔH_f. f berasal dari *formation* yang berarti pembentukan.

Contoh :

a. $C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H_f = -395{,}2$ kj/mol

b. $C + 2S \longrightarrow CS_2 \quad \Delta H_f = +117.1$ kj/mol

Contoh soal :

Diketahui reaksi :

$$H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI \quad \Delta H = +53{,}0 \text{ kj/mol}$$

Tentukan ΔH pembentukannya !

Jawab :

ΔH_f adalah perubahan kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya,sedangkan ΔH = +53,0 kj/mol untuk pembentukan 2 mol HI, maka:

ΔH pembentukannya : $\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}I_2 \longrightarrow HI \quad \Delta H = +26{,}5 \text{kj/mol}$

Tugas Mandiri

Berdasarkan persamaan reaksi berikut :

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H_f = -395{,}2 \text{ kj/mol}$$

Tentukanlah energi yang diperlukan untuk pembentukkan 0,25 mol CO_2

2. Entalpi penguraian (ΔH_d)

Entalpi penguraian adalah kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya. Perubahan entalpi pembentukan dilambangkan dengan ΔH_d. d berasal dari *decompotition* yang berarti penguraian.

Contoh : a. $CO_2 \longrightarrow C + O_2 \quad \Delta H_d = 395{,}2 \text{ kj/mol}$

b. $AlBr_3 \longrightarrow Al + 1\frac{1}{2}Br_2 \quad \Delta H_d = +511 \text{ kj/mol}$

Tugas Mandiri

Berdasarkan persamaan reaksi berikut :

$Al + 1\frac{1}{2}Br_2 \longrightarrow AlBr_3 \quad \Delta H_f = -511 \text{ kj/mol}$

Tentukanlah energi yang diperlukan untuk menguraikan 2,5 mol $AlBr_3$

3. Entalpi pembakaran(ΔH_c)

Entalpi pembakaran adalah kalor yang dilepaskan oleh sistem pada reaksi pembakaran 1 mol unsur/senyawa. Perubahan entalpi pembakaran dilambangkan dengan ΔH_c. c berasal dari *combution* yang berarti pembakaran.

Contoh : a. $C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H_c = -395{,}2 \text{ kj/mol}$

b. $C_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O \quad \Delta H_c = -1298 \text{ kj/mol}$

4. Entalpi penetralan(ΔH_n)

Entalpi penetralan adalah kalor yang dilepaskan oleh sistem pada reaksi penetralan 1 mol senyawa basa oleh asam ($OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$). Perubahan

entalpi penetralan dilambangkan dengan ΔH_n. n berasal dari *netrallization* yang berarti penetralan.

Contoh : NaOH + HCl ⟶ NaOH + H_2O ΔH_n = - 57,7 kj/mol

3.3. Hukum Hess

Entalpi adalah suatu fungsi keadaan, yang hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir dari pereaksi dan hasil reaksi tanpa memperhatikan jalannya perubahan zat pereaksi menjadi hasil reaksi.

Walaupun reaksi dapat melalui berbagai langkah mekanisme berbeda, secara keseluruhan entalpi reaksi tetap sama. **Hukum Hess,** menyatakan jika reaksi dilakukan melalui beberapa tahap, ***ΔH** untuk reaksi tersebut akan sama dengan jumlah dari perubahan entalpi untuk masing masing tahap reaksi.* Sehingga perubahan entalpi suatu reaksi mungkin untuk dihitung dari perubahan entalpi reaksi lain yang nilainya sudah diketahui. Hal ini dilakukan supaya tidak usah dilakukan eksperimen setiap saat.

Kita dapat menggunakan informasi dari sejumlah reaksi-reaksi lain untuk menentukan ΔH yang belum diketahui. Penentuan ΔH untuk reaksi ;

$$C(s) + \tfrac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g)$$

secara eksperimen dapat dilakukan :

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -393,5 kJ$$

$$CO(g) + \tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -283,0 kJ$$

Kita dapat membalikkan reaksi ke 2 (sehinggga menjadi reaksi endoterm dan memiliki CO(g) sebagai hasil reaksi. Ini menggambarkan dekomposisi CO_2 untuk menghasilkan CO dan O_2.

$$CO_2(g) \longrightarrow CO(g) + \tfrac{1}{2}O_2(g) \qquad \Delta H = +283,0 kJ$$

Sehingga kedua reaksi dapat dijumlahkan menjadi :

$$\begin{array}{lll} C(s) + O_2(g) & \longrightarrow CO_2(g) & \Delta H = -393,5 kJ \\ CO_2(g) & \longrightarrow CO(g) + \tfrac{1}{2}O_2(g) & \Delta H = +283,0 kJ \\ \hline C(s) + O_2(g) + CO_2(g) & \longrightarrow CO_2(g) + CO(g) + \tfrac{1}{2}O_2(g) & \Delta H = -110,5 kJ \end{array}$$

pembuangan dua zat yang sama pada kedua sisi akan menghasilkan persamaan reaksi :

$$C(s) + \tfrac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g) \qquad \Delta H = -110,5 kJ$$

Contoh :

Karbon membentuk dua jenis : grafit dan intan. Entalpi pembakaran grafit adalah –3939,5 kJ sedangkan intan –395,4 kJ

$$C(grafit) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ}$$
$$C(intan) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -395.4 \text{ kJ}$$

Hitunglah ΔH untuk merubah grafit menjadi intan.

Jawab : Yang kita inginkan adalah ΔH untuk reaksi :

$$\mathbf{C(grafit) \longrightarrow C(intan)}$$

$$C(grafit) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ}$$
$$CO_2(g) \longrightarrow C(intan) + O_2(g) \quad \Delta H = +395.4 \text{ kJ}$$
$$C(grafit) \longrightarrow C(intan) \quad \Delta H = +1.9 \text{ kJ}$$

Tugas Mandiri

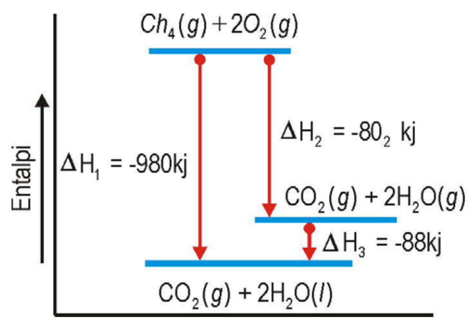
Berdasarkan persamaan reaksi berikut :

$$2\ FeO(s) \longrightarrow 2\ Fe(s) + O_2(g) \quad \Delta H = 544{,}0 \text{ kJ}$$
$$2\ Fe_2O_3\ (s) \longrightarrow 4\ Fe(s) + 3\ O_2(g) \quad \Delta H = 1648{,}4 \text{ kJ}$$
$$Fe_3O_4\ (s) \longrightarrow 3\ Fe(s) + 2O_2(g) \quad \Delta H = 1118{,}4 \text{ kJ}$$

tentukanlah ΔH Reaksinya :

$$Fe_3O_4(s) \longrightarrow FeO + Fe_2O_3$$

Dengan menggunakan hukum kekekalan energi, kita pun dapat menggunakannya dalam bentuk diagram energi suatu reaksi. Contoh pembakaran metana untuk menghasilkan gas H_2O dan kemudian pengembunan gas H_2O untuk keadaan padat. Dalam diagram energi tampak sebagaimana terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram perubahan entalpi reaksi pembakaran metana

Sehingga, untuk mengetahui entalpi reaksi :

$$CH_4(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(l)$$

Nilainya akan sama dengan $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

untuk mengetahui entalpi reaksi :

$$CH_4(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$$

Nilainya akan sama dengan $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3$

untuk mengetahui entalpi reaksi :

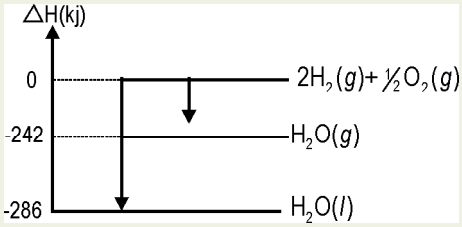
$$2\ H_2O(g)) \longrightarrow 2\ H_2O(l)$$

Nilainya akan sama dengan $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$

Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah

Tugas Mandiri

Berdasarkan diagram energi berikut :



tentukanlah ΔH Reaksinya penguapan 36 gram air .

3.4. Penentuan ΔH Reaksi dari ΔH Pembentukan Standar

Berdasarkan hukum Hess kita bisa menentukan perubahan entalpi suatu reaksi dengan melihat data entalpi reaksi yang lain, data entalpi yang menjadi dasar penentuan tersebut adalah data perubahan entalpi pembentukan standar. Entalpi pembentukan standar merupakan entalpi reaksi pembentukan suatu senyawa yang diukur pada tekanan 1 atm, suhu 25°C. Jika kita memiliki reaksi seperti :

$$\mathbf{a}\,W + \mathbf{b}\,X \longrightarrow \mathbf{c}\,Y + \mathbf{d}\,Z$$

maka berdasarkan perhitungan perubahan entalpi reaksi adalah :

$$\Delta H_{reaksi} = \Delta H_{(hasil\ reaksi)} - \Delta H_{(zat\ pereaksi)}$$

menjadi :

$$\Delta H_{reaksi} = (c \times \Delta H_f\, Y + d \times \Delta H_f\, Z) - (a \times \Delta H_f\, W + b \times \Delta H_f\, X)$$

Apakah benar seperti itu? Mari kita buktikan bersama. Kita mengetahui

$$CO(g) + \tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -283,0kJ$$

sedangkan ΔH_f CO = -110,5 kJ/mol dan ΔH_f CO_2 = -393,52 kJ/mol

jika pernyataan diatas benar maka

$$-283.0kJ = (1x\Delta H\, CO_2) - (1x\Delta H\, CO + \tfrac{1}{2}\Delta H\, O_2)$$

karena, oksigen merupakan unsur maka ΔH_f O_2 = 0.

$$-283,0kJ = (1x - 393,52kJ) + (1x110,5kJ + 0)$$

$$-283,0kJ = -393,52kJ + 110,5kJ$$

$$-283,0kJ = -283,02kJ$$

hanya terjadi sedikit perbedaan, yang menunjukkan cara ini cukup akurat untuk digunakan dalam penentuan ΔH suatu reaksi.

Contoh :

ΔH_f CO = -110,5 kJ/mol

ΔH_f CH_3OH = -239,0 kJ/mol

Tentukanlah perubahan entalpi reaksi antara karbon monoksida (CO) dan hidrogen (H_2) untuk membentuk metanol (CH_3OH).

Jawab :

Persamaan reaksinya adalah :

$$CO(g) + 2\ H_2(g) \longrightarrow CH_3OH(l)$$

Maka :

ΔH_{reaksi} = $(1 \times \Delta H_f\ CH_3OH) - (1 \times \Delta H_f\ CO + 2 \times \Delta H_f\ H_2)$

= $(1 \times -239{,}0\ kJ/mol) - (1 \times -110{,}5\ kJ/mol + 2 \times 0)$

= $-239{,}0\ kJ/mol + 110{,}5\ kJ/mol$

= $-128{,}5\ kJ/mol$

$\Delta H_f\ H_2$ bernilai nol karena H_2- merupakan unsur.

Tugas Mandiri

Untuk persamaan reaksi berikut :

$4\ NH_3\ (g) + 5\ O_2(g) \longrightarrow 4\ NO(g) + 6\ H_2O(l)$

Dengan melihat data entalpi pembentukkan standar pada tabel 4.1, tentukanlah ΔH Reaksinya!

Berikut adalah data entalpi pembentukan beberapa senyawa :

Tabel 3.1 Entalpi pembentukan ΔH_f, dalam kJ/mol pada suhu 25°C

Zat	ΔH_f^o	Zat	ΔH_f^o
AgCl(s)	-127,07	CO(g)	-110,50
AgCN(s)	146,00	$CO_2(g)$	-393,52
$AlBr_3(s)$	-511,12	$CS_2(g)$	117,10
$AlCl_3(s)$	-705,63	ClF(g)	-54,48
$CH_4(g)$	-74,81	CaO(s)	-635,13
$C_2H_2(g)$	226,70	$Ca(OH)_{2-}$	-986,17
$C_2H_4(g)$	52,60	$CaCO_3(s)$	-1207,00
$C_2H_6(g)$	-84,68	$CaCl_2$	-795,80
$C_6H_6(g)$	48,99	$CaCl_2 \times H_2O$	-1109,00
$CH_3NH_2(g)$	-23,00	$CaCl_2 \times 2H_2O$	-1403,00
$CH_3OH(g)$	-201,10	$Fe_2O_3(s)$	-824,20
$CH_3OH(l)$	-239,52	$SO_3(g)$	-395,70

$SO_2(g)$	-296,83	$LiF(s)$	-616,93
$O_3(g)$	143,00	$H_2SO_4(l)$	-813,99
$NO_2(g)$	33,20	$H_2S(g)$	-20,20
$NO(g)$	90,25	$H_2O_2(l)$	-187,80
$NaCl(aq)$	-407,10	$H_2O_2(g)$	-136,10
$NaCl(s)$	-411,00	$H_2O(l)$	-285,83
$NH_4I(s)$	-201,40	$HCN(g)$	135,00
$NH_4F(s)$	-463,96	$HI(g)$	26,50
$NH_4Cl(s)$	-314,40	$HF(g)$	-271,10
$NH_4Br(s)$	-270,80	$HCl(g)$	-92,31
$NH_3(s)$	-46,11	$HBr(g)$	-36,40

3.5. Energi Ikatan dan Penentuan ΔH Reaksi

Suata proses yang penting dalam menafsirkan reaksi kimia adalah pemutusan ikatan dalam molekul menjadi atom-atom pembentuknya dan membentuk ikatan yang baru dengan atom yang lain. Misalnya reaksi :

$$CH_4(g) + Cl_2(g) \longrightarrow CH_3Cl(g) + HCl(g)$$

Terjadi dalam beberapa tahap :

- Pemutusan ikatan dalam molekul klor :

$$Cl\text{-}Cl(g) \longrightarrow Cl(g) + Cl(g)$$

- Pemutusan ikatan dalam molekul metana

$$H_3C\text{-}H(g) \longrightarrow H_3C(g) + H(g)$$

- Pengabungan atom klor pada CH_3

$$H_3C(g) + Cl\ (g) \longrightarrow H_3C\text{-}Cl(g)$$

- Pengabungan atom klor dengan atom hidrogen

$$H(g) + Cl\ (g) \longrightarrow H\text{-}Cl(g)$$

Sehingga untuk menentukan ΔH reaksi, kita dapat mengunakan data dari energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan tersebut, sedangkan data energi yang diperlukan adalah reaksi kebalikan dari pemutusan ikatan.

Data energi pemutusan ikatan tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Energi disosiasi ikatan

Ikatan	Energi (kJ/mol)	Ikatan	Energi (kJ/mol)
H -H	436,0	H - F	567,6
N ≡ N	945,3	H - Cl	431,6
O - O	498,3	H - Br	366,3
F - F	157,0	H - I	298,3
Cl -Cl	242,6	Cl - F	254,3
Br- - Br	193,9	Cl - Br	218,6
I - I	152,6	Cl - I	210,3
C -C	347,0	O = O	498,0
C = C	612,0	O -H	464,0
C ≡ C	835,0	C - O	358,0
C - H	413,0	C = O	749,0

Contoh :

Tentukanlah ΔH reaksi :

$$H_2C = CH_2(g) + H_2(g) \longrightarrow H_3C\text{-}CH_3(g)$$

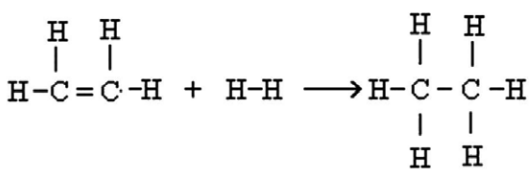
Jawab :

Diketahui energi disosiasi ikatan

C -C adalah 347 kj/mol   C = C adalah 612 kj/mol

C - H adalah 413 kj/mol   H - H adalah 436 kj/mol

Reaksi dapat dituliskan sebagai :



Zat pereaksi terdiri dari 1 ikatan C = C, 4 ikatan C-H dan 1 ikatan H-H, sehingga:

$$\Delta H_{(pemutusan)} = 1(614) + 4(413) + 1(436) = 2702 \text{ kJ}$$

Sedangkan hasil reaksi terdiri dari 1 ikatan C-C dan 6 ikatan C-H, maka :

$$\Delta H_{(pembentukan)} = 1(348) + 6(413) = 2826 \text{ kJ}$$

karena $\Delta H_{reaksi} = \Delta H_{(pemutusan)} - \Delta H_{(pembentukan)} = -124$

Tugas Mandiri

Berdasarkan data energi disosiasi ikatan pada tabel 3.2 Tentukanlah perubahan entalpi untuk reaksi :

$$4\ NH_3\ (g)\ +\ 5\ O_2(g)\ \longrightarrow\ 4\ NO(g)\ +\ 6\ H_2O(l)$$

Bandingkan hasilnya dengan pekerjaanmu sebelumnya, yaitu mengunakan data entalpi pembentukkan standar.

Sang Ilmuwan



JAMES PRESCOT JOULE (1818 – 1889) lahir di Manchester Inggris. Penelitiannya dimulai di laboratorium ayahnya. Pendidikan dasar *Joule* di rumah, dengan ayah dan ibunya sebagai guru. Minatnya pada penelitian muncul pertama kali ketika ia sedang bekerja untuk menggantikan mesin uap dengan motor listrik untuk keperluan keluarganya. Ia membandingkan jumlah panas dengan kerja mekanik menggunakan eksperimen kincir angin. Ia menghabiskan masa bulan madu dengan mempelajari kincir angin dan ia menemukan suhu air di dasar air terjun lebih tinggi dibanding dengan yang berada di atasnya. Ini menunjukkan energi air terjun telah diubah sebagian menjadi panas. *Joule* banyak memberi sumbangan pada ilmu pengetahuan terutama yang berhubungan dengan panas.



GERMAIN HENRI HESS (1802 - 1850)*Hess* sangat berperan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, terutama dalam termokimia, studi tentang termokimia ia mulai pada tahun 1839. Pemikirannya tentang keterlibatan panas dalam reaksi kimia kita kenal sebagai hukum *Hess*, yang merupakan hukum yang bersifat empirik. Hal ini dijelaskan dalam teori termodinamika, yang menunjukkan bahwa entalpi sebagai fungsi keadaan. Para ahli kimia mengunakan hukum ini secara luas untuk mengetahui panas pembentukkan suatu senyawa yang tidak dapat dilakukan secara langsung dari unsur-unsur pembentuknya.

Sumber: http://www.chemistry.co.nz

Rangkuman

- Perubahan entalpi adalah energi yang diserap atau diterima sistem pada tekanan tetap.
- Sistem yang memiliki entalpi yang lebih besar pada akhir reaksi, sehingga menyerap panas dari lingkungan, reaksinya merupakan reaksi endoterm, sehingga pada reaksi endoterm $H_{akhir} > H_{awal}$ danΔH positif($\Delta H = +$).
- Sistem yang memiliki entalpi yang lebih rendah pada akhir reaksi, sehingga melepaskan panas ke lingkungan selama reaksi, maka pada reaksi eksoterm $H_{akhir} > H_{awal}$ dan ΔH bernilai negatif ($\Delta H = -$).
- Entalpi reaksi atau kalor reaksi, terdiri dari entalpi pembentukan, entalpi penguraian, entalpi penetralan dan entalpi pembakaran.
- Entalpi pembentukan adalah kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya.
- Entalpi penguraian adalah kalor yang dilepaskan atau yang diserap oleh sistem pada reaksi penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya.
- Entalpi pembakaran adalah kalor yang dilepaskan oleh sistem pada reaksi pembakaran unsur/senyawa.
- Entalpi penetralan adalah kalor yang dilepaskan oleh sistem pada reaksi penetralan 1 mol senyawa basa oleh asam ($OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$).
- Entalpi pembentukkan standar suatu zat adalah perubahan entalpi untuk reaksi pembentukan suatu zat dari unsur-unsurnya pada keadaan standar (tekanan 1 atm, suhu 298 K).
- **Hukum Hess,** menyatakan jika reaksi dilakukan melalui beberapa tahap, ΔH *untuk reaksi tersebut akan sama dengan jumlah dari perubahan entalpi untuk masing masing tahap reaksi.*
- untuk menentukan ΔH reaksi, kita dapat mengunakan data dari energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan tersebut, sedangkan data energi yang diperlukan adalah reaksi kebalikan dari pemutusan ikatan

Uji Kemampuan

1. Apa definisi dari istilah berikut :
   a. endoterm
   b. perubahan entalpi
   c. entalpi penguraian
   d. energi disosiasi ikatan
2. Tuliskanlah reaksi :
   a. pembentukan H_2O
   b. penguraian Al_2O_3
   c. pembakaran C_2H_6
   d. penetralan $Ba(OH)_2$ oleh HCl
3. Dengan menggunakan hukum Hess, hitunglah perubahan entalpi reaksi pembakaran asetilena:

   $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

   $H_2(g) + ½\, O_2 \longrightarrow H_2O(l)$

   $2\, C(s) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_2(g)$

   dengan ΔH_r masing-masing reaksi adalah –393,52 ; -285,83 dan 226,7 kJ.
4. Dengan menggunakan data dari tabel 3.1. hitunglah ΔH_r dari reaksi-reaksi berikut ini :
   a. $H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2\, NH_3$
   b. $C_2H_2(g) + 2\, H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$
   c. $2\, C_2H_6(g) + 7\, O_2 \longrightarrow 4\, CO_2(g) + 6\, H_2O(l)$
5. Dengan mengunakan data energi ikatan dari tabel 3.2. hitunglah ΔH_r dari reaksi-reaksi berikut ini :
   a. $H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2\, NH_3$
   b. $C_2H_2(g) + 2H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$
   c. $2\, C_2H_6(g) + 7O_2 \longrightarrow 4\, CO_2(g) + 6\, H_2O(l)$

TRy Out

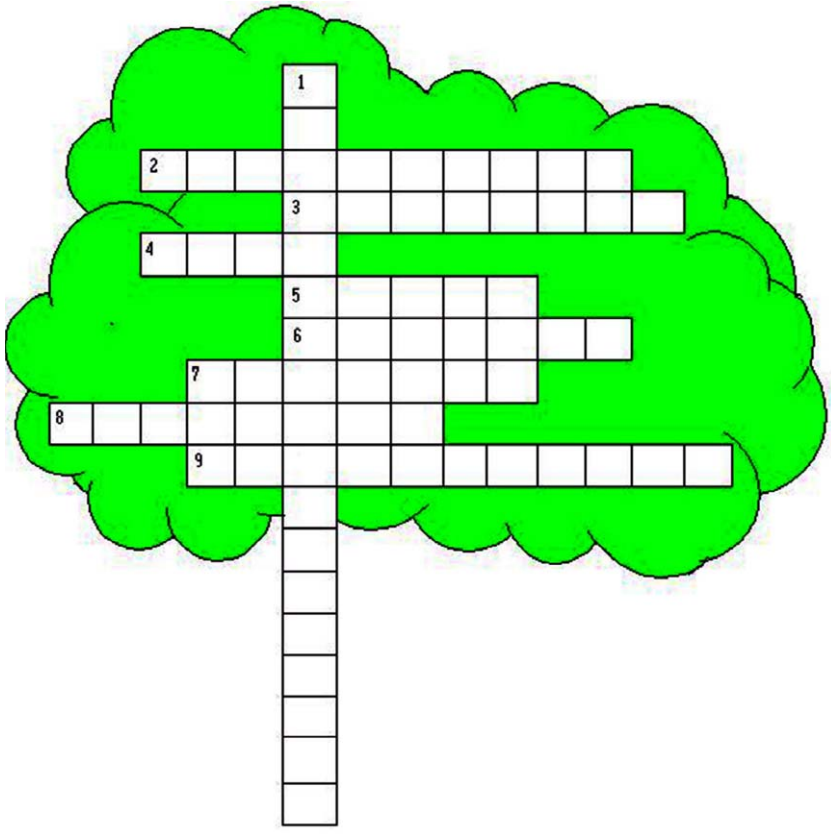
Fill the blank with the answer of this question !

Vertically :

1. Name of scientist that his name we use as unit of energy

Horizontally

2. ΔH_f, f is taken from word.....
1. When callorimeter use with constant pressure we can get this.....
2. Name of scientist Germain Henri .....
3. 4,2 calory is 1.....
4. macromolecule with 17 kJ/mol e burn values
5. First name of Henry Hess
6. Reaction with negative change of enthalpy
7. We use the bond.....energy to calculate enthalpy of the reaction

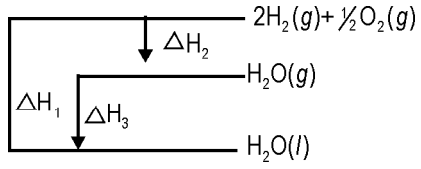


Uji Kompetensi

1. yang dimaksud dengan entalpi pembentukkan adalah...
   A. Kalor yang dilepaskan saat suatu senyawa terbentuk
   B. Kalor yang dibutuhkan untuk mengubah senyawa menjadi unsur-unsurnya
   C. Kalor yang terlibat dalam pembentukkan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya
   D. Kalor yang dibutuhkan untuk menetralkan suatu asam
   E. Kalor yang dilepaskan pada pembakaran 1 mol suatu senyawa

2. Untuk reaksi : $2\ C(s) + O_2(g) \longrightarrow 2\ CO \quad DH = -221\ kJ$
   Pernyataan berikut adalah benar kecuali :
   A. Reaksi berjalan secara eksoterm
   B. Entalpi pembakaran = –110,5 kJ
   C. Entalpi pembentukkan CO =-221 kJ
   D. Reaksi tersebut adalah reaksi pembakaran
   E. Entalpi penguraian CO = 110, 5 kJ

3. Perhatikan diagram berikut :



   maka nilai kalor yang dipergunakan untuk menguapkan 1 mol air nilainya sama dengan :
   A. ΔH_1
   B. ΔH_2
   C. ΔH_3
   D. $-\Delta H_2$
   E. $-\Delta H_3$

4. Diketahui untuk reaksi :
   $2\ Al(s) + 3\ Br_2(g) \longrightarrow 2\ AlBr_3 \quad \Delta H = -1022,2\ kJ$
   maka entalpi penguraian $AlBr_3$ adalah :
   A. –1022,2 kJ
   B. + 1022,2 kJ
   C. -511,1 kJ
   D. +511,1 kJ
   E. 2044,4 kJ

5. Diketahui : $S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$ $\Delta H = -296{,}83$ kJ/mol

$S(s) + 1\frac{1}{2}\ O_2(g) \longrightarrow SO_3(g)$ $\Delta H = -395{,}70$ kJ/mol

Perubahan entalpi untuk reaksi $SO_2(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g) \longrightarrow SO_3(g)$ adalah....

A. –98,70 kJ
B. + 98,70 kJ
C. –197,4 kJ
D. –692,53 kJ
E. + 692,53 kJ

6. Manakah reaksi penguraian berikut, yang entalpinya tidak sama dengan entalpi penguraian standar:

A. $H_2O_2 \longrightarrow H_2 + O_2$
B. $H_2O \longrightarrow H_2 + \frac{1}{2}\ O_2$
C. $CO_2 \longrightarrow C + O_2$
D. $CH_3OH \longrightarrow C + 2\ H_2 + \frac{1}{2}\ O_2$
E. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

7. Diketahui $\Delta H^o_f\ (Fe_3O_4) = +266$ kkal dan $\Delta H^o_f\ (H_2O(g)) = +58$ kkal. Berapakah kalor reaksi reduksi :

$3\ Fe(s) + 4\ H_2O(g) \longrightarrow Fe_3O_4(s) + 4\ H_2\ (g)$

A. 34 kkal
B. 208 kkal
C. 324 kkal
D. 498 kkal
E. – 34 kkal

8. Pembakaran gas propana mengikuti persamaan reaksi :

$C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) \longrightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$

Jika $\Delta H^o_f\ (C_3H_8(g)) = -a$ kkal, $\Delta H^o_f\ (CO_2\ (g)) = +b$ kkal $= \Delta H^o_f\ (H_2O) = +c$ kkal

Maka entalpi pembakaran asetilena ditentukan sebagai :

A. (b + c –a) kkal
B. (b + c + a) kkal
C. (3b + 4c –a) kkal
D. (3b + 4c + a) kkal
E. (-a -3b – 4c) kkal

9. Jika 1 mol gas asetilena dibakar sesuai dengan persamaan reaksi :

$C_2H_2(g) + 2\frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + H_2O$

Melepaskan kalor sebesar 1082 kJ. Dan diketahui $\Delta H^o_f\ (CO_2\ (g)) = -394$ kJ $= \Delta H^o_f\ (H_2O) = -242$ kJ. Maka entalpi pembentukkan gas asetilena adalah....

A. –52 kJ
B. –446 kJ
C. + 52 kJ
D. +446 kJ
E. +1718 kJ

10. Diketahui data energi ikatan : H – H = 436,0 kJ/mol
H – F = 567.0 kJ/mol
F – F = 157,0 kJ/mol

Kalor yang diperlukan untuk pembentukan 2 mol asam flourida adalah.....

A. 52 kJ
B. 26 kJ
C. 13 kJ
D. -105 kJ
E. –541 kJ

11. Jika energi ikatan :

    C = C = a kkal C – C = b kkal C – H = c kkal H – H = d kkal

    Untuk reaksi : $C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$

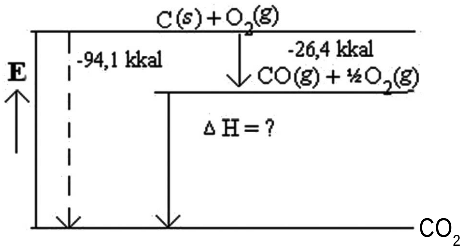
    Nilai perubahan entalpi reaksi akan sama dengan :

    A. a + d - b - 2c
    B. a + d - b + 2c
    C. a + b – c + d
    D. b + 2c - a + d
    E. b + 2c - a - d

12. Dari deretan reaksi berikut, mana yang nilai entalpi pembentukkannya berdasarkan selisih energi ikatan bernilai nol :

    A. $C_2H_5OH + HBr \longrightarrow C_2H_5Br + H_2O$
    B. $H_2O \longrightarrow H_2 + ½ O_2$
    C. $2 CH_3OH + 3 O_2 \longrightarrow 2 CO_2 + 4 H_2O$
    D. $H_2O_2 \longrightarrow H_2 + O_2$
    E. $CH_3OH + HCOOH \longrightarrow CH_3OOCH + H_2O$

13. Perhatikan diagram reaksi pembentukkan gas CO_2 dari unsur-unsurnya

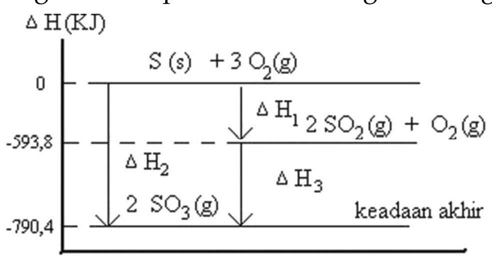


    Perubahan entalpi(ΔH) pada pembentukkan 1 mol CO_2 dari CO adalah.....

    A. –26,4 kkal
    B. 26,4 kkal
    C. –67,7 kkal
    D. 67,7 kkal
    E. –94,1 kkal

Ebtanas 93/94

14. Diagram tahap reaksi dan tingkat energi, reaksi pembentukan gas SO_3



    Berdasarkan diagram di atas, ΔH_3 adalah ....

    A. 1384,2 kJ
    B. 780,4 kJ
    C. 593,8 kJ
    D. 196,6 kJ
    E. -196,6 kJ

Ebtanas 92/93

15. Data energi ikatan rata-rata berikut :

C – H = 99 kkal C = C = 164 kkal C – Cl = 79 kkal

C – C = 83 kkal H – Cl = 103 kkal

Besarnya perubahan entalpi dari reaksi :

$CH_3 - CH = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

A. 36 kkal B. 8 kkal C. +6 kkal

D. –6 kkal E. –8 kkal

Ebtanas 91/92

16. Diketahui entalpi pembakaran 1 mol CH_4 =-18 kkal, energi ikatan

O = O = 119 kkal mol^{-1}

C = O = 173 kkal mol^{-1} dan O – H = 110 kkal mol^{-1}

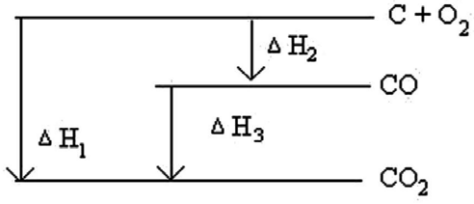
Maka energi ikatan C – H menjadi :

A. 6,75 kkal B. 11,05 kkal C. 33,13 kkal

D. 66,2 kkal E. 132,5 kkal

Ebtanas 90/91

17. Berikut ini adalah diagram tingkat energi pembentukkan gas CO_2.



Berdasarkan data di atas, maka harga ΔH_2 adalah....

A. $\Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_1$ D. $\Delta H_2 = {}^1/_3 (\Delta H_1 - \Delta H_3)$

B. $\Delta H_2 = \Delta H_3 - \Delta H_1$ E. $\Delta H_2 = ½ (\Delta H_1 - \Delta H_3)$

C. $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3$

Ebtanas 89/90

18. Diketahui energi ikatan rata-rata :

C – H : 99 kkal mol^{-1} C – O : 85 kkal mol^{-1}

C = O : 173 kkal mol^{-1} O – H : 111 kkal mol^{-1}

Kalor reaksi pada pembakaran 1 mol methanol menurut reaksi :

$H - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}} - O - H + 1\,½\,(O = O) \longrightarrow O = C = O + 2(H - O - H)$

Adalah.....

A. 67 kkal	B. 103,5 kkal	C. 118,5 kkal
D. 415,5 kkal	E. 474,5 kkal	

Ebtanas 89/90

19. Pada suatu reaksi suhu dari 25° C dinaikkan menjadi 75°C. Jika setiap kenaikan 10°C kecepatan menjadi 2 kali lebih cepat, maka kecepatan reaksi tersebut di atas menjadi.....kali lebih cepat.

A. 8	B. 10	C. 16
D. 32	E. 64	

20. Diketahui entalpi pembakaran 1 mol Propana = -365 kkal = C — H = 99 kkal mol^{-1} energi ikatan

O = O = 119 kkal mol^{-1}

C = O = 173 kkal mol^{-1} dan O – H = 110 kkal mol^{-1}

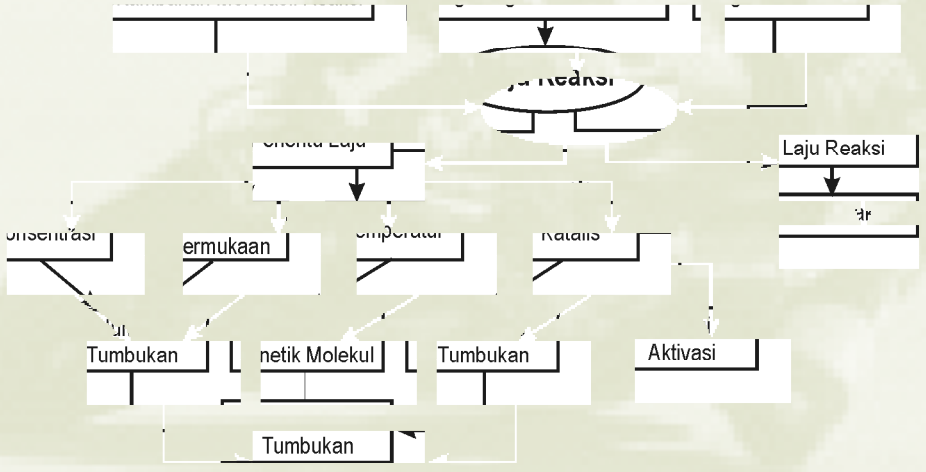
Maka energi ikatan C – H menjadi :

A. 166 kkal	B. 83 kkal	C. 132.5 kkal
D. 192 kkal	E. 150 kkal	

Bab 4

Laju Reaksi

Peta Konsep



Kita sering melihat motor atau terkadang mobil melaju dengan cepat di lintasan balap, dan yang memiliki waktu tersingkat untuk mencapai garis finish atau menyelesaikan putaran, dikatakan memiliki laju yang tercepat. Berdasarkan ilmu fisika laju adalah besarnya jarak yang ditempuh persatuan waktu. Lalu apa yang dimaksud dengan laju reaksi? Perubahan apa terhadap apa yang menjadi patokan laju reaksi berjalan cepat atau lambat? Untuk itu mari kita kaji bersama bahasan berikut ini.

Kompetensi Dasar

- Siswa mampu mendeskripsikan pengertian laju reaksi dengan melakukan percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- Memahami teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan faktor-faktor penentu laju dan orde reaksi, dan terapannya dalam kehidupan sehari-hari.

4.1. Ungkapan Laju Reaksi

Laju beberapa kegiatan, misalnya, berlari, membaca, memasak, dsb, menyatakan jumlah tertentu yang kamu selesaikan terhadap waktu. Dengan cara yang sama kita juga dapat mengukur laju reaksi kimia.

Contoh reaksi kimia sederhana :

$$A \rightarrow B$$

mari kita asumsikan reaksi ini tidak terjadi secara tiba-tiba, tapi berlangsung dalam selang waktu tertentu. Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai ukuran perubahan jumlah molekul A ke molekul B persatuan waktu. Jumlah molekulnya dapat dinyatakan dalam satuan mol, sedangkan waktunya dalam detik.

$$Laju\ reaksi\ rata\text{-}rata = \frac{Perubahan\ jumlah\ mol\ B}{Perubahan\ waktu}$$

$$= \frac{\Delta\ (mol\ B)}{\Delta t}$$

$$= - \frac{\Delta\ (mol\ A)}{\Delta t}$$

Volume reaksi biasanya tetap konstan. Untuk mengontrol laju reaksi sering digantikan dengan penggunaan konsentrasi, sehingga satuannya menjadi M/detik atau M/menit.

$$Laju\ reaksi = \frac{Pertambahan\ konsentrasi\ B}{Perubahan\ Waktu} = \frac{Pengurangan\ Konsentrasi\ A}{Perubahan\ Waktu}$$

4.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi

Laju reaksi kimia dapat berlangsung cepat, atau lambat dan dapat juga meningkat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Apa saja yang mempengaruhi laju reaksi? Coba kamu lakukan pengujian sebagai berikut :

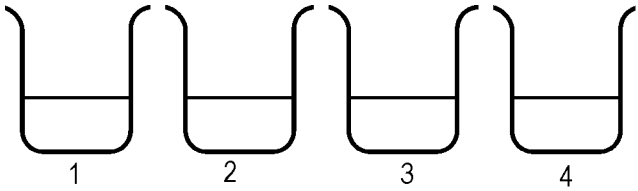
Buktikan

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

Alat yang digunakan : gelas kimia, gelas ukur, batang pengaduk, termometer, pemanas listrik, timbangan, stopwatch.

Zat yang digunakan : seng granul, serbuk seng, HCl encer, HCl pekat, indikator universal.

Lakukan langkah kerja berikut :



Reaksi pembanding

- Timbang 1,7 gram serbuk seng
- Ambil 25 mL HCl 0,5 M dan masukkan kedalam gelas kimia 1, tambahkan indikator universal catat warna dan suhunya
- Bersamaan dengan ditekannya tombol *stopwatch* masukkan serbuk seng kedalam gelas kimia yang berisi larutan HCl.
- Matikan *stopwatch* ketika larutan berubah warna menjadi hijau dan catat waktunya.

Pengubahan konsentrasi :

- Timbang 1,7 gram serbuk seng
- Ambil 25 mL HCl 5 M dan masukkan kedalam gelas kimia 1, tambahkan indikator universal catat warna dan suhunya
- Bersamaan dengan ditekannya tombol *stopwatch* masukkan serbuk seng kedalam gelas kimia yang berisi larutan HCl.
- Matikan stopwatch ketika larutan berubah warna menjadi hijau dan catat waktunya.
- Catatlah semua data yang diperoleh, dan buat kesimpulan

Pengubahan luas permukaan :

- Timbang 1,7 gram seng granul
- Ambil 25 mL HCl 0,5 M dan masukkan kedalam gelas kimia 1, tambahkan indikator universal catat warna dan suhunya
- Bersamaan dengan ditekannya tombol *stopwatch* masukkan serbuk seng kedalam gelas kimia yang berisi larutan HCl.
- Matikan *stopwatch* ketika larutan berubah warna menjadi hijau dan catat waktunya.
- Catatlah semua data yang diperoleh, dan buat kesimpulan

Pengubahan temperatur :

- Timbang 1,7 gram serbuk seng
- Ambil 25 mL HCl 0,5 M dan masukkan kedalam gelas kimia 1, tambahkan indikator universal catat warna dan suhunya
- Panaskan penangas air sehingga mencapai suhu ± 50°C
- Bersamaan dengan ditekannya tombol s*topwatch* masukkan serbuk seng ke dalam gelas kimia yang berisi larutan HCl.
- Masukan kedalam penangas yang suhunya relatif konstan ± 50°C.
- Matikan *stopwatch* ketika larutan berubah warna menjadi hijau dan catat waktunya.
- Catatlah semua data yang diperoleh, dan buat kesimpulan

Tugas Mandiri

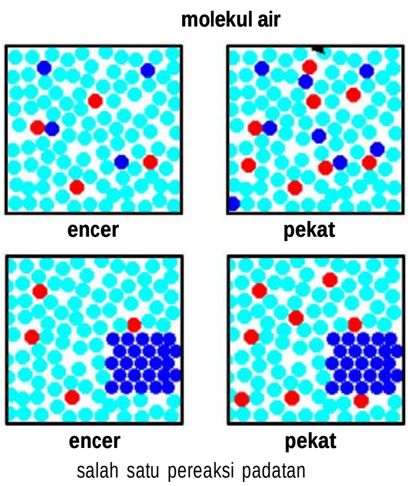
SUHU	WAKTU	SUHU	WAKTU
0^{0}C	1 detik	60^{0}C	1 menit 33,7 detik
10^{0}C	2,44	70^{0}C	2 menit 51 detik
20^{0}C	5,58	80^{0}C	5 menit 2,3 detik
30^{0}C	12,11	90^{0}C	8 menit 37,2 detik
40^{0}C	25	100^{0}C	14 menit 18 detik
50^{0}C	49,42		

Berdasarkan teori tumbukan suatu faktor akan mempengaruhi laju reaksi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Konsentrasi

Untuk beberapa reaksi baik reaksi dalam fasa gas, cair ataupun padat kenaikan konsentrasi meningkatkan laju reaksi. Contoh reaksi antara asam klorida yang ditambahkan pada natrium tiosulfat, endapan kuning terbentuk yang menunjukkan pembentukkan belerang.

$$Na_2S_2O_3(aq) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow 2\,NaCl(aq) + H_2O(l) + S(s) + SO_2(g)$$



Gambar 4.2 Pengaruh konsentrasi pada jalan reaksi

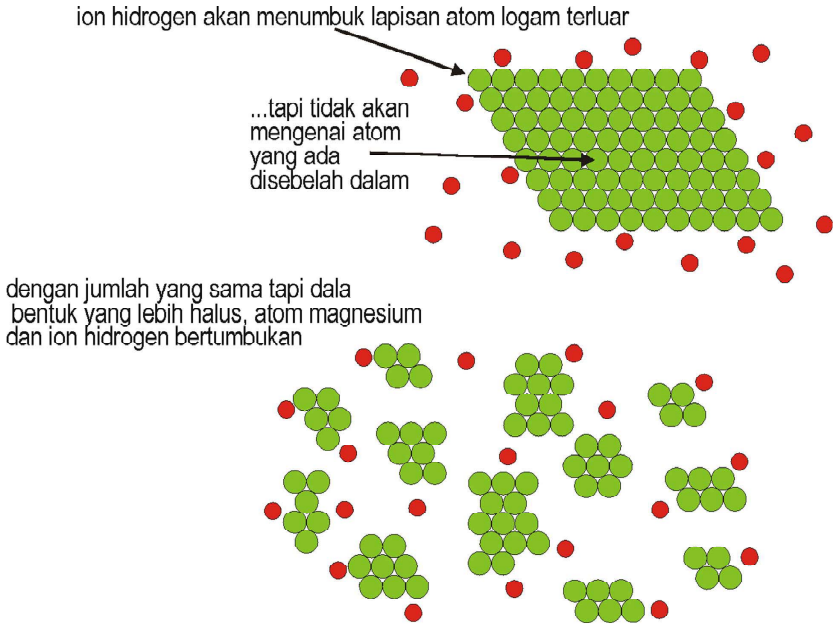
Jika larutan natrium tiosulfat dibuat semakin encer, pembentukkan endapan semakin membutuhkan waktu yang lama. Dengan asumsi bahwa reaksi terjadi antara dua partikel karena terjadinya tumbukan, tumbukan yang menghasilkan reaksi disebut tumbukan efektif. Ini berlaku untuk reaksi pada fasa apapun, baik untuk fasa gas, cair atau pun padat. Jika konsentrasi tinggi maka kemungkinan terjadinya tumbukan semakin banyak.

Anggaplah pada suatu waktu kamu punya satu juta partikel yang memiliki cukup energi untuk mengatasi energi aktivasinya sehingga dapat bereaksi, atau E>Ea. Jika kamu punya 100 juta maka akan bereaksi 100 juta, maka hasil reaksi biasanya mengikuti kelipatan zat pereaksi yang ditambahkan.

2. Luas Permukaan

Jika kita gunakan padatan dalam bentuk serbuk biasanya hasil reaksi akan lebih cepat diperoleh. Hal itu dikarenakan zat dalam bentuk serbuk memiliki luas permukaan yang lebih besar. Memperbesar luas permukaan padatan akan meningkatkan peluang terjadinya tumbukan. Bayangkan sebuah reaksi antara logam magnesium dan asam klorida encer. Reaksi akan mencakup tumbukan antara atom magnesium dan ion hidrogen.

$$Mg(s) + 2\,H^{+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2(g)$$

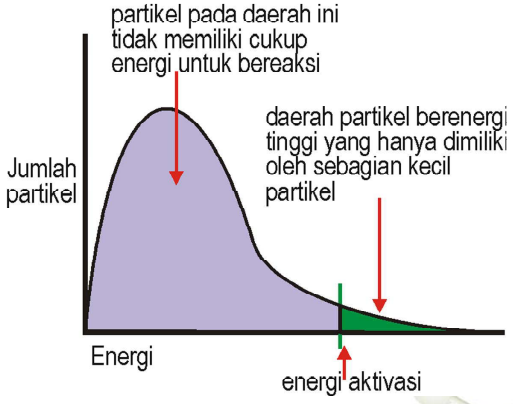


Gambar 4.3 Pengaruh luas permukaan pada jalan reaksi

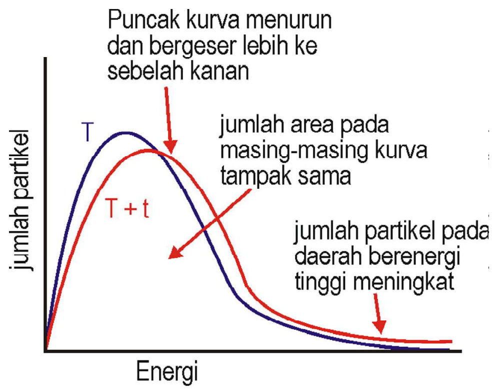
3. Temperatur

Dan pada umumnya reaksi akan berlangsung dengan semakin cepat jika dilakukan dengan pemanasan. Pemanasan berarti penambahan energi kinetik partikel sehingga partikel akan bergerak lebih cepat, akibatnya tumbukan yang terjadi akan semakin sering

Tumbukan akan menghasilkan hasil reaksi jika partikel yang bertumbukan memiliki energi yang cukup untuk melakukannya. Energi minimum ini disebut sebagai energi aktivasi untuk bereaksi. Hal itu digambarkan sebagaimana pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Energi aktivasi reaksi



Gambar 4.5 Pengaruh suhu pada jalan reaksi

Hanya partikel pada daerah energi tinggi (daerah hijau) yang dapat mengatasi energi aktivasi sehingga mengalami tumbukkan efektif. Partikel tidak dapat bereaksi karena tidak memiliki energi yang cukup, sehingga setelah bertumbukan kembali berpisah. Untuk mempercepat reaksi, jumlah partikel dengan energi yang cukup untuk bereaksi harus ditingkatkan. Meningkatkan temperatur berarti menambah energi sehingga bentuk grafik pada gambar 4.4 akan berubah menjadi seperti pada Gambar 4.5.

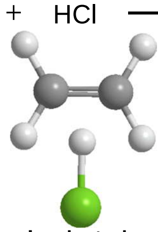
4. Katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat suatu reaksi, tetapi secara kimia zat tersebut tidak berubah dan kita dapat memperoleh kembali ada akhir reaksi bahkan dengan jumlah massa yang sama. Beberapa reaksi yang dibantu dengan penambahan katalis diantaranya adalah :

Reaksi	Katalis
Penguraian hidrogen peroksida	Mangan(IV)oksida, MnO_2
Nitrasi benzen	Asam sulfat pekat
Pembuatan ammonia dalam proses Haber	Besi
Pengubahan dari SO_2 menjadi SO_3 selama proses kontak dalam pembuatan asam sulfat terjadi.	Vanadium(V)oksida, V_2O_5
Hidrogenasi ikatan rangkap C=C	Nikel

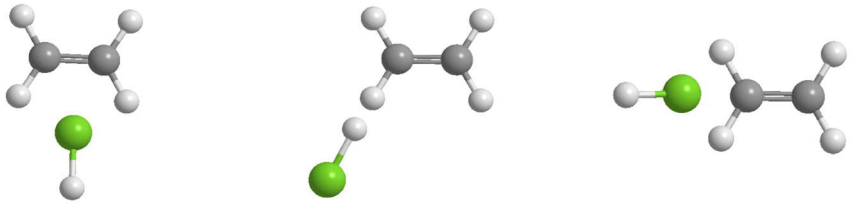
Untuk meningkatkan laju reaksi kamu perlu meningkatkan jumlah tumbukan yang efektif sehingga menghasilkan reaksi. Selain dengan meningkatkan energi kinetiknya melalui pemanasan, adalah dengan menempuh jalan alternatif dalam bereaksi, dimana jalan tersebut lebih mudah dicapai atau membutuhkan energi yang relatif lebih kecil dari jalan reaksi yang biasa. Tumbukaan akan lebih efektif jika memiliki arah orientasi yang tepat, dengan energi aktivasi yang lebih kecil atau lebih mudah untuk membentuk ikatan dibanding dengan arah orientasi yang lain. Contoh untuk reaksi pembentukan CH_3CH_2Cl berikut:

$$H_2C{=}CH_2 + HCl \rightarrow H_3C{-}CH_2Cl$$



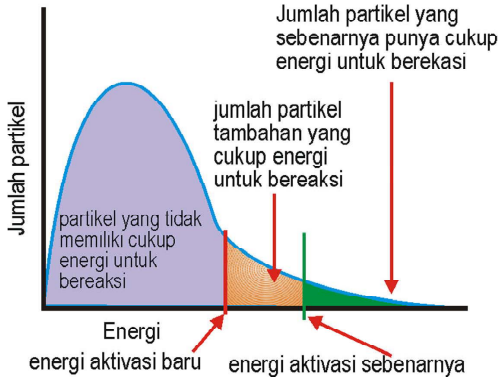
Gambar 4.7 arah orientasi reaksi tidak efektif

akan lebih efektif dan energi aktivasinya lebih rendah dibandingkan dengan jika bertumbukan dengan arah orientasi seperti berikut:

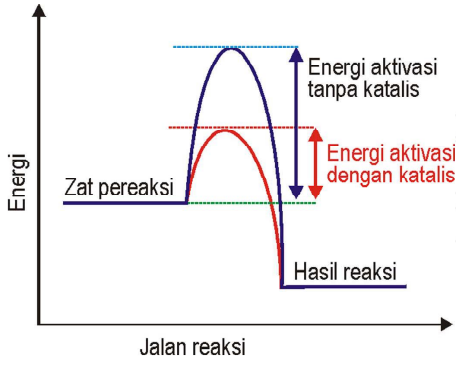


Gambar 4.8 arah orientasi dengan efektivitas reaksi yang lebih tinggi

Dengan kata lain untuk mengerakkan energi aktivasi dalam Gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4.9 Analogi pergeseran energi aktivasi akibat perubahan energi partikel

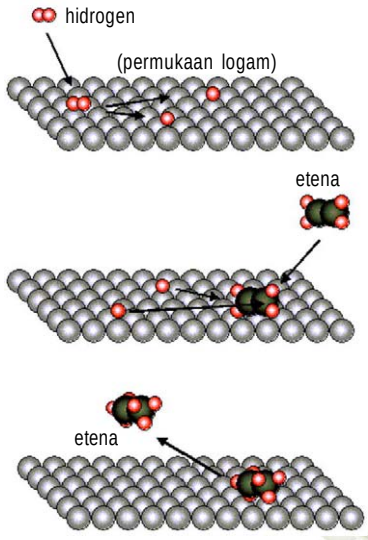


Gambar 4.10 Pengaruh katalis pada energi aktivasi reaksi

Penambahan katalis memiliki pengaruh pada energi aktivasi. Sebuah katalis memberikan jalan reaksi yang lain dengan energi aktivasi lebih rendah. Seperti ditunjukkan dalam gambar 4.10.

Contoh reaksi pemutusan ikatan rangkap pada etena untuk membentuk etana yang sangat sulit dilakukan dapat dilakukan dengan menempuh cara lain jika ada katalis logam nikel, gambaran reaksi yang berlangsung bisa dilihat seperti pada gambar 4.11 disamping ini.

Logam nikel hanya menjadi mediator terjadinya pemutusan ikatan kovalen antara molekul diatomik hidrogen dan menjadi sarana terjadinya tumbukan antara hidrogen yang sudah



Gambar 4.11 Reaksi katalisis pada pembentukan etana dari etena

pecah dengan etena. Logam nikel sedikit pun tidak berubah. Ini hanya membutuhkan energi yang lebih kecil dalam bereaksi karena hidrogen dibuat diam di permukaan logam sampai terjadinya tumbukan dengan etena.

Dalam tubuh mahluk hidup sudah tersedia katalis tertentu untuk mempercepat reaksi yang biasanya merupakan suatu enzim, seperti enzim yang membantu proses pencernaan.

4.3. Persamaan laju Reaksi dan Orde Reaksi

Orde reaksi selalu ditentukan dengan melakukan eksperimen. Kamu tidak dapat menentukan orde reaksi dengan melihat persamaan reaksi saja. Mari kita anggap kita sedang melakukan eksperimen untuk menemukan apa yang terjadi pada laju reaksi, dengan satuan laju reaksi sebagai perubahan konsentrasi satu zat pereaksi, A. hal yang kemungkinan besar akan kamu temukan adalah :

Kemungkinan pertama: **laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi A**

Berarti jika kamu menggandakan konsentrasi A, laju reaksi akan dua kali lebih besar juga. Jika kamu meningkatkan konsentrasi A dengan kelipatan 4, kecepatan juga akan meningkat 4 kali lipat.

Kamu dapat menyatakan ini dengan menggunakan lambang berikut :

Tanda kesebandingan

$$Laju \ \alpha \ [A]$$

Tanda [ ] berarti "konsentrasi dalam mol dm^{-3}"

Penulisan rumus dalam tanda kurung siku menunjukkan konsentrasi diukur dalam mol per liter.

Kamu juga dapat menulisnya dengan mengantikan kesebandingan dengan suatu bilangan atau konstanta, k.

Konstanta yang disebut "tetapan laju"

$$Laju = k[A]$$

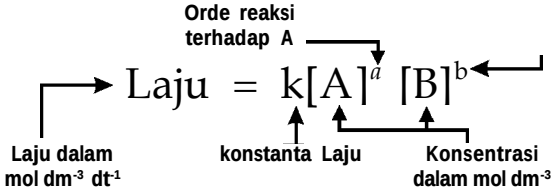
Kemungkinan kedua : **laju reaksi sebanding dengan kuadrat dari konsentrasi A.**

Ini berarti jika kamu menggandakan konsentrasi A, maka laju reaksi akan 4 kalinya (2^2). Jika kamu lipat tigakan konsentrasi A, maka laju akan menjadi 9 kalinya(3^2). Dapat dinyatakan sebagai :

$$Laju \ \alpha [A]^2$$

$$Laju = k[A]^2$$

Dengan melakukan eksperimen antara A dan B, kamu akan menemukan laju reaksi dinyatakan dalam konsentrasi A dan B sebagai berikut :



Persamaan diatas disebut sebagai persamaan laju untuk reaksi. Konsentrasi A dan B merupakan penentu dari laju reaksi tersebut, jadi merupakan variabel bebas yang menentukan besarnya laju reaksi sedangkan laju reaksi sendiri menjadi variabel terikat. Pangkat yang terdapat pada A dan B merupakan orde reaksi.

Jika dalam reaksi, orde reaksi A bernilai 0 (nol), itu berarti konsentrasi A tidak mempengaruhi reaksi, jika orde reaksi nol maka penyataannya akan menghilang dari persamaan laju. Contoh, berikut adalah reaksi yang melibatkan A dan B, dengan masing masing persamaan laju diperoleh dari eksperimen untuk menemukan bagaimana konsentrasi A dan B mempengaruhi laju reaksi :

Contoh 1: **Laju = k[A][B]**

Untuk masalah disini, orde reaksi A dan B adalah 1. Jumlah keseluruhan orde reaksi adalah 2.

Contoh 2:

Pada temperatur 273°C, gas brom dapat bereaksi dengan nitrogen monoksida menurut persamaan reaksi:

$2\ NO(g) + Br_2(g) \longrightarrow 2\ NOBr(g)$

Data hasil eksperimen dari reaksi itu adalah sebagai berikut:

Percobaan	Konsentrasi		Laju reaksi
	NO (mol L^{-1})	Br_2 mol L^{-1}	(mol $L^{-1}s^{-1}$)
1	0,1	0,05	6
2	0,1	0,10	12
3	0,1	0,20	24
4	0,2	0,05	24
5	0,3	0,05	54

Tentukan: a. Orde reaksi terhadap NO
b. Orde reaksi terhadap Br_2
c. Orde reaksi total
d. Persamaan laju reaksinya
e. Tetapan laju reaksi (*k*)

Jawab:

Misal persamaan laju reaksi: $\upsilon = k[NO]^m.[Br_2]^n$

a. Untuk menentukan orde reaksi terhadap NO digunakan $[Br_2]$ yang sama, yaitu percobaan 1 dan 4

Jadi orde reaksi terhadap NO = 2

b. Untuk menentukan orde reaksi terhadap Br_2 digunakan [NO] yang sama, yaitu percobaan 1 dan 2

jadi, orde reaksi terhadap Br_2 = 1

c. Orde reaksi total = $m + n = 2 + 1 = 3$

d. Persamaan laju reaksi: $\upsilon = k[NO]^m.[Br_2]^n$

$\upsilon = k[NO]^2.[Br_2]$

e. Untuk menentukan harga *k*, dapat diambil salah satu data dari percobaan, misalnya data percobaan 1

$$\boldsymbol{\upsilon = k[NO]_1^2.[Br_2]_1}$$

$$k = \frac{\upsilon_1}{[NO]_1^2 \cdot [Br_2]_1} = \frac{6 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}{(0,1)^2(0,05)(\text{mol} \cdot L^{-1})^2 \cdot (\text{mol} \cdot L^{-1})}$$

$$k = 1,2 \times 10^4 \text{ mol}^{-2} \cdot L^2 \cdot s^{-1}$$

Tugas Mandiri

Reaksi nitrogen oksida, NO, dengan hidrogen, $H-_2$, menghasilkan N_2 dan air, H_2O, menurut persamaan reaksi :

$$2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2\,H_2O$$

Berdasarkan data berikut ;

eksperimen	[A]	[B]	Laju(mol.$L^{-1}s^{-1}$)
1	0,20	2,20	$3,20 \times 10^{-3}$
2	0,40	0,20	$1,28 \times 10^{-2}$
3	0,20	0,40	$6,40 \times 10^{-3}$

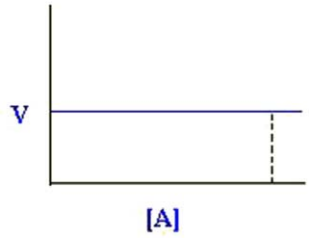
Tentukan:
a. Orde reaksi terhadap NO
b. Orde reaksi terhadap Br_2
c. Orde reaksi total
d. Persamaan laju reaksinya
e. Tetapan laju reaksi (*k*)

Dari persamaan reaksi untuk reaksi : $A \longrightarrow B$

dengan persamaan laju reaksi sebagai : Laju = v = $k\,[A]^n$

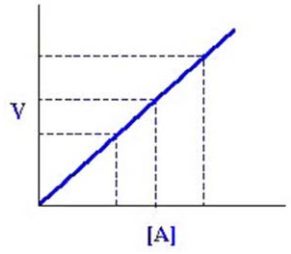
tampak orde reaksi merupakan pangkat dari konsentrasi, maka grafik yang akan diperoleh jika kita plot antara laju reaksi dan perubahan konsentrasi, adalah sebagai berikut :

a. Orde nol **Laju = v = k $[A]^0$ = k**



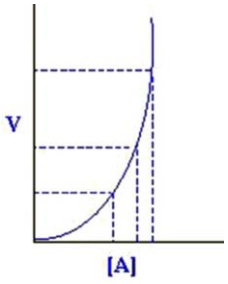
Gambar 4.12 Laju reaksi orde nol

b. Orde Satu **Laju = v = k$[A]^1$ = k[A]**



Gambar 4.13 Laju reaksi orde satu

c. Orde dua **Laju = v = k $[A]^2$**



Gambar 4.14 Laju reaksi orde dua

4.4. Laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari

Dalam kehidupan kita. Kita dikelilingi oleh beragam jenis reaksi kimia. Reaksi kimia yang terjadi dapat berupa reaksi yang kita inginkan seperti proses pematangan buah-buahan ataupun yang tidak kita inginkan seperti proses pembusukkan makanan. Untuk reaksi yang kita butuhkan kita terkadang ingin mempercepat prosesnya dengan beragam cara, sedangkan untuk yang tidak kita inginkan kita

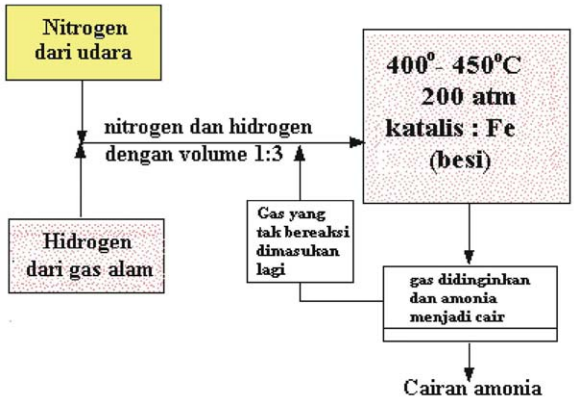
Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah

ingin menghambatnya sebisa mungkin. Campur tangan manusia terbesar dalam suatu percepatan proses dan penghambatan adalah dalam penambahan suatu zat lain sejenis katalis.

Pembuatan amoniak di industri dilakukan melalui proses *Haber*, yaitu pembuatan amoniak dengan menggabungkan nitrogen dari udara dan hidrogen dari gas metana. Reaksi reversibel yang terjadi dalam pembuatan amoniak berlangsung secara eksoterm.

$N_2 + 3\ H_2(g) \longrightarrow 2\ NH_3(g)\quad \Delta H = -92$ kj/mol

Skema pembuatannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.15 Skema pembuatan amoniak melalui proses Haber-Bosch

Katalis besi biasanya lebih kompleks dari besi murni biasa. Katalis ini mengandung natrium hidroksida yang berfungsi sebagai zat penambah efesiensi. Pengaruh tekanan pada biasanya digunakan tekanan tinggi. Setiap kali gas melewati reaktor, hanya sekitar 15% nitrogen yang bereaksi dengan hidrogen dan membentuk ammonia. Dengan terusnya mendaur ulang hampir sekitar 98% bereaksi. Semakin rendah suhu yang kamu pergunakan, semakin lambat terbentuk hasil reaksi. Dalam pembuatan amoniak kamu diperlukannya pencapaian kesetimbangan sesingkat mungkin sehingga akan terjadi kontak dengan katalis dalam reaktor.

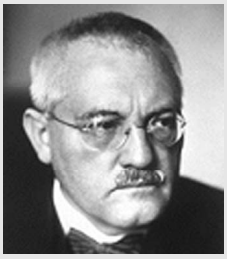
Peduli pada Duniamu

Apakah kamu pernah mendengar bahwa lapisan pelindung bumi yaitu lapisan ozon sudah bolong, dan semakin lama ukurannya semakin membesar dengan cepat. Katalis apa yang mempercepat terjadinya reaksi perusakan ozon tersebut? Coba kamu cara bagaimana proses perusakan ozon dan zat-zat yang terlibat didalamnya, serta sampaikan pemikiranmu dalam upaya pencegahannya dalam bentuk makalah dipresentasikan di depan temanmu yang lain. Jika bukan kita yang peduli pada dunia tempat kita tinggal, siapa lagi?

Sang Ilmuwan



FRITZ HABER(1868-1934) lahir di Bresleu, Jerman. Dari tahun 1886- 1891 ia mempelajari kimia di universitas Heidelberg. Setelah mengurus bisnis zat kimia ayahnya, ia tertarik pada teknologi kimia dan memutuskan untuk berkarir dalam bidang sains. Ketika belum memutuskan untuk mengeluti bidang kimia atau fisika ia bertemu dengan *Bunte* yang sangat tertarik untuk mempelajari pembakaran dalam kimia, dan memperkenalkan pada *Haber* studi tentang minyak bumi. Pada tahun 1896 Haber melakukan studi untuk tesisnya tentang dekomposisi dan pembakaran hidrokarbon. Pada tahun 1905 ia menerbitkan buku tentang termodinamika dan didalamnya termuat reaksi pembuatan amonia pada suhu 1000°C dengan bantuan besi sebagai katalis. Dengan bantuan *Bosch* ia mensintesis amoniak.



CARL BOSCH (1874-1940) lahir di Cologne pada 27 Agustus 1874. Dari tahun 1894 sampai 1896 ia mempelajari metalurgi dan mekanika teknik di Technische Hochschule, Charlottenburg. Ia mulai mempelajari kimia di universitas Leipzig pada tahun 1896. Ia tertarik pada masalah pencampuran nitrogen dan eksperimen pertamanya dalam bidang ini dilakukan dengan logam sianida dan nitrida. Pada tahun 1907 ia memulai upaya pembuatan barium sianida. Pekerjaan yang paling dikenal darinya ialah ketika ia membantu Fritz Haber dalam upaya mensintesa amoniak , dan ia bertugas melakukan pembuatannya dalam skala besar untuk keperluan industri.

Rangkuman

- Dalam reaksi A⟶ B, laju reaksi dapat ditentukan dengan pengukuran kenaikan jumlah molekul B sepanjang waktu. Dan ini merupakan laju reaksi rata-rata.

$$\text{Laju reaksi rata-rata} = \frac{\Delta(\text{mol B})}{\Delta t}$$

- Dengan melakukan eksperimen antara A dan B, kamu akan menemukan laju reaksi dinyatakan dalam konsentrasi A dan B sebagai berikut :

Orde reaksi terhadap A

$$\text{Laju} = k[A]^a\,[B]^b$$

Laju dalam mol dm^{-3} dt^{-1}

konstanta Laju

Konsentrasi dalam mol dm^{-3}

- Konsentrasi zat pereaksi. Semakin tinggi konsentrasi zat pereaksi semakin cepat reaski berlangsung, karena jumlah zat lebih banyak akan memperbanyak jumlah tumbukan
- Suhu. Semakin tinggi suhu semakin cepat laju reaksi karena meningkatkan suhu berarti meningkatkan reaksi yang disebabkan oleh peningkatan energi partikel yang tinggi untuk bertumbukan
- Keberadaan katalis. Katalis dapat meningkatkan laju reaksi, walaupun katalis itu sendiri tidak berubah atau pun rusak ketika fungsinya selesai dikerjakan. Katalis tidak menciptakan reaksi baru, hanya mempercepatnya dengan menurunkan energi aktivasi untuk bereaksi dan membuat terjadinya tumbukan yang efektif.
- Luas permukaan zat pereaksi atau katalis. Reaksi yang meliputi padatan sering berlangsung cepat jika padatan tersebut berbentuk serbuk, karena permukaan reaksinya lebih banyak sehingga meningkatkan jumlah tumbukan.
- Katalis adalah zat yang dapat mempercepat suatu reaksi, tetapi secara kimia zat tersebut tidak berubah dan kita dapat memperoleh kembali ada akhir reaksi bahkan dengan jumlah massa yang sama.

Uji Kemampuan

1. Jelaskan istilah berikut ini ;

   A. orde reaksi B. katalis

   C. kecepatan reaksi D. energi aktivasi

2. Perhatikan penguraian amonik berikut ini :

   $NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3\,H_2(g)$

   Tulislah ungkapan laju sebagai :

   A. Pengurangan konsentrasi NH_3

   B. Pertambahan konsentrasi N_2 dan H

3. Pada suhu 27°C terjadi reaksi sebagai berikut :

$2\ NOCl(g) \longrightarrow 2\ NO(g) + Cl_2(g)$

dengan data sebagai berikut :

[NOCl] awal (mol/liter)	Laju (M/detik)
0,30	$3,60 \times 10^{-9}$
0,60	$1,44 \times 10^{-8}$
0,90	$3,24 \times 10^{-8}$

Tentukanlah :

A. Orde reaksi
B. harga tetapan lajunya
C. ungkapan laju reaksinya
D. Laju reaksi sesaat jika diketahui [NOCl] = 1,20 M/liter

4. Suatu reaksi :

$2\ NO\ (g) + 2\ H_2(g) \longrightarrow 2\ N_2\ (g) + 2\ H_2O(l)$

diketahui data sebagai berikut :

No Percobaan	[NO] awal(M)	$[H_2]$ awal(M)	Waktu(s)
1.	0,1	0,1	24
2.	0,1	0,2	6
3.	0,2	0,1	12
4.	0,3	0,1	8

Tentukanlah :

A. Orde reaksi
B. harga tetapan lajunya
C. ungkapan laju reaksinya

5. Untuk reaksi ;

$4\ NH_3(g) + 5\ O_2(g) \longrightarrow 4\ NO\ (g) + 6\ H_2O(g)$

diketahui data sebagai berikut :

Percobaan	$[NH_3]$ (M)	$[O_2]$ (M)	Laju(M/detik)
1.	0,01	0,03	$3,0 \times 10^{-5}$
2.	0,02	0,04	$8,0 \times 10^{-5}$
3.	0,05	0,05	$2,5 \times 10^{-4}$
4.	0,04	0,06	$2,4 \times 10^{-4}$
5.	0,03	0,09	$2,7 \times 10^{-4}$

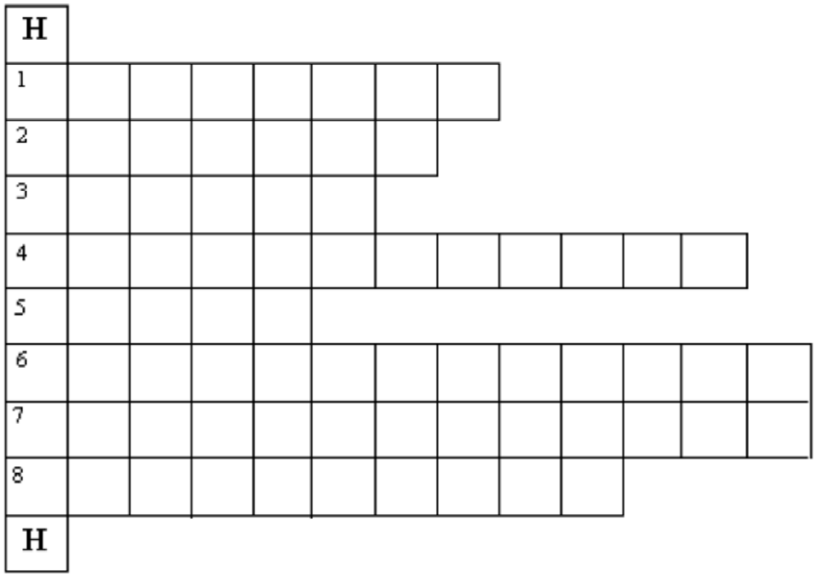
Tentukanlah :

A. Orde reaksi
B. harga tetapan lajunya
C. ungkapan laju reaksinya

TRy Out

Fill in the space of the cross puzzle with the appropriate word from each description below!

1. If we react one mole of nitrogen and three mole of hydrogen we can get two mole of……
2. The City where Fritz Haber born is……..
3. Ni-metal is a metal catalyst that use in reaction, to change ……becomes ethene
4. How fast the concentration of one of the reactants is falling. Its units are mol dm^{-3} s^{-1}.
6. Friend of Le Chatelier that teach him about combustion
7. The number of subcripts in rate reaction that must we count from experiment
8. The reaction in contact proces is making of ……..
9. Chatelier write about the decompotitions and ……of hydrocarbon



If you can answer all the question, you can get the name process of synthesis of ammonium in industry, that is :

H ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ **H**

Uji Kompetensi

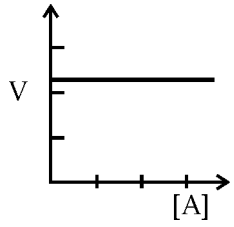
1. Jika terdapat reaksi sebagai berikut : $A + B \longrightarrow C$
   Maka laju reaksi dapat dinyatakan sebagai :
   A. Penambahan konsentrasi A tiap satuan waktu
   B. Penambahan konsentrasi B tiap satuan waktu
   C. Penambahan konsentrasi C tiap satuan waktu
   D. Pengurangan konsentrasi C tiap satuan waktu
   E. Penambahan konsentrasi A dan B tiap satuan waktu

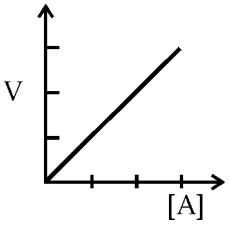
2. Untuk reaksi : $X + Y \longrightarrow$ Hasil
   Diperoleh data :
   (1) Jika konsentrasi A dinaikkan dua kali laju reaksi naik dua kali
   (2) Jika konsentarsi B dinaikkan dua kali laju reaksi naik empat kali
   Persamaan laju reaksi yang sesuai untuk data tersebut adalah …
   A. $r = k[A]\,[B]$
   B. $r = k[A]^2\,[B]$
   C. $r = k[A]\,[B]^2$
   D. $r = k[A]^2\,[B]^2$
   E. $r = k[A]^2\,[B]^4$

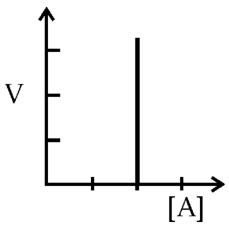
3. Pada proses pembuatan amoniak, hal berikut ini akan mempercepat laju reaksi, kecuali :
   A. Penambahan Fe sebagai katalis
   B. Penambahan panas pada sistem
   C. Penggunaan nitrogen dalam wujud cairan
   D. Penambahan gas hydrogen
   E. Penambahan gas nitrogen

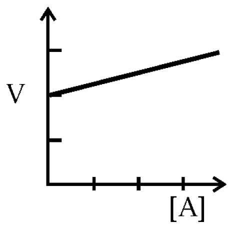
4. Untuk reaksi : $aA + b\,B \longrightarrow c\,C + dD$
   ungkapan laju reaksinya adalah : $r = k[C]\,[D^2$
   reaksi tersebut termasuk reaksi orde ……
   A. 0
   B. 1
   C. 2
   D. 3
   E. 4

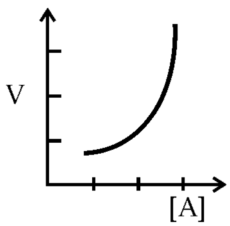
5. Grafik yang menunjukkan reaksi orde dua adalah…….

A.


B.


C. 

D. 

E. 

6. Untuk reaksi : $Zn + HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$
   Untuk massa dan wujud Zn sama, kecepatan reaksi yang paling besar ditemukan pada HCl dengan kemolaran ....
   A. 0,1 M B. 0,2 M C. 1,0 M
   D. 1,5 M E. 2,0 M

7. Salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah suhu. Kenaikan suhu umumnya mempercepat laju reaksi karena.........
   A. energi kinetik dari molekul-molekul menurun
   B. Kenaikan suhu menghasilkan reaksi dapat balik
   C. Kecepatan molekul masing-masing menjadi sama
   D. Energi kinetik dari molekul-molekul meningkat
   E. Kenaikan suhu memperkecil energi aktivasi

8. Data percobaan untuk reaksi : $X + Y \longrightarrow$ hasil

Percobaan	Zat yang bereaksi		Waktu(detik)	Suhu(^oC)
	[X]	[Y]		
1.	1 g serbuk	1 M	16	25
2.	1 g larutan	1 M	8	25
3.	1 g granul	1 M	32	25
4.	1 g larutan	2 M	4	25

   Maka faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi tersebut adalah :
   A. Konsentrasi dan Suhu
   B. Suhu dan Wujud
   C. Luas permukaan sentuhan dan konsentrasi
   D. Wujud dan konsentrasi
   E. Luas permukaan dan suhu

9. Data percobaan dari reaksi : $NH_4^+(aq) + NO_2^-(aq) \longrightarrow N_2(g) + 2H_2O(l)$

No	Konsentrasi awal NO_2^-(M)	Konsentrasi awal NH_4^+(M)	Kecepatan awal M det^{-1}
1.	0,01	0,02	$5,4 \times 10^{-7}$
2.	0,02	0,02	$10,8 \times 10^{-7}$
3.	0,04	0,02	$21,5 \times 10^{-7}$
4.	0,02	0,02	$10,8 \times 10^{-7}$
5.	0,02	0,06	$32,4 \times 10^{-7}$

Rumus kecepatan reaksinya adalah :

A. $r = k[NO_2^-]$
B. $r = k[NO_2^-]^2 [NH_4^+]$
C. $r = k[NO_2^-]^2 [NH_4^+]^2$
D. $r = k[NO_2^-] [NH_4^+]^2$
E. $r = k[NO_2^-] [NH_4^+]$

Ebtanas 94/95

10. Reaksi $2 NO(g) + Br_2(g) \longrightarrow 2 NOBr(g)$

Percobaan	[NO] (M)	$[Br_2]$ (M)	Laju reaksi (M/s)
1.	0,1	0,1	$1,2 \times 10^{-2}$
2.	0,1	0,2	$2,4 \times 10^{-2}$
3.	0,2	0,1	$4,8 \times 10^{-2}$
4.	0,3	0,1	$10,8 \times 10^{-2}$

Orde reaksi untuk [NO] adalah ....

A . 0 B. 1 C. 2
D. 3 E. 4

11. Jika dilakukan percobaan reaksi antara Tembaga dan larutan asam sulfat dengan variasi :

No	Massa Cu	Wujud Cu	Konsentrasi H_2SO_4
1	0,56 gram	serbuk	3,0 M
2	0,56 gram	serbuk	2,0 M
3	0,56 gram	lempeng	3,0 M
4	0,56 gram	lempeng	2,0 M
5	0,56 gram	granul	1,0 M

Dapat kita perkirakan reaksi yang akan berjalan paling cepat terdapat pada percobaan nomor ....

A. 1 B. 2 C. 3
D. 4 E. 5

12. Berikut terdapat data untuk percobaan dengan reaksi :
$aA + bB \longrightarrow cC + dD$

A] awal	[B] awal	Kecepatan reaksi
0,1	0,1	$5,0 \times 10^{-4}$
0,1	0,2	$1,0 \times 10^{-3}$
0,2	0,3	$1,5 \times 10^{-3}$
0,5	0,2	$1,0 \times 10^{-3}$

Maka persamaan laju reaksinya dapat ditulis sebagai ....
A. V = k $[A]^2 [B]^2$
B. V = k [A]
C. V = k [B]
D . V = k [A] [B]
E. V = k [A] $[B]^2$

13. Hasil percobaan reaksi $NO(g) + 2H_2(g) \longrightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$
Diperoleh data sebagai berikut :

No.Percobaan	[NO]M	$[H_2]$M	Laju Reaksi (M/detik)
1.	0,6	0,1	3,2
2.	0,6	0,3	9,6
3.	0,2	0,5	1,0
4.	0,4	0,5	4,0

Tingkat reaksi untuk reaksi di atas adalah.....
A. 1,0
B. 1,5
C. 2,0
D. 2,5
E. 3,0

Ebtanas 91/92

14. Suatu reaksi berlangsung dua kali lebih cepat, jika suhu dinaikkan sebesar 10°C. Bila pada suhu 20°C reaksi berlangsung satu jam, maka pada suhu 50°C reaksi tersebut berlangsung selama ....
A. 45 menit
B. 30 menit
C. 15 menit
D. 7,5 menit
E 5 menit

15. Dari data reaksi NO dan Br_2 diperoleh data sebagai berikut :

Percobaan	[NO]	$[Br_2]$	Waktu (detik)
1.	0,10	0,05	48
2.	0,10	0,10	24
3.	0,20	0,10	24
5.	0,20	0,20	12

Reaksi tersebut adalah reaksi tingkat...

A. 0 B. 1 C. 2

D. 3 E. 4

16. Data hasil percobaan, untuk reaksi A + B ⟶ hasil

Percobaan	Zat yang bereaksi		Waktu(detik)	Suhu(°C)
	A	B		
1.	2 gram(serbuk)	2,0 M	10	27
2.	2 gram(larutan)	2,0 M	8	27
3.	2 gram(padat)	2,0 M	20	27
4.	2 gram(larutan)	4,0 M	4	27
5.	2 gram(larutan)	2,0 M	4	37

Berdasarkan data percobaan 1 dan 3 di atas, faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah ....

A. Konsentrasi
B. Sifat zat
C. luas permukaan
D. perubahan suhu
E. Katalis

Ebtanas 89/90

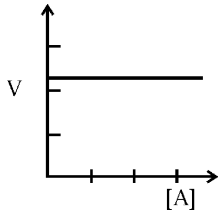
17. Berdasarkan data percobaan pada no 11. Pengaruh perubahan suhu dari percobaan 2 dan 5 adalah.....

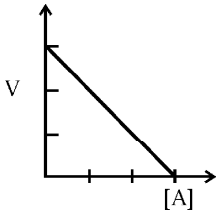
A. Kenaikan suhu 10°C menyebabkan kecepatan reaksi menjadi 2 kali
B. Kenaikan suhu 10°C menyebabkan kecepatan reaksi menjadi ½ kali
C. Kenaikan suhu menyebabkan kecepatan reaksi berkurang
D. Penurunan suhu menyebabkan kecepatan reaksi bertambah
E. Penurunan suhu menyebabkan kecepatan reaksi berkurang

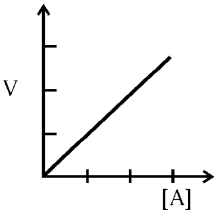
18. Dalam suatu eksperimen untuk menyelidiki laju reaksi : A + B ⟶ C, diperoleh data sebagai berikut :

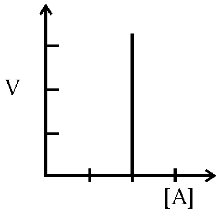
Percobaan	[A] awal(mol/L)	[B] awal(mol/L)	Laju reaksi(mol/L.s)
1.	0,10	0,10	$6,0 \times 10^{-3}$
2.	0,10	0,20	$1,2 \times 10^{-3}$
3.	0,20	0,20	$1,2 \times 10^{-3}$

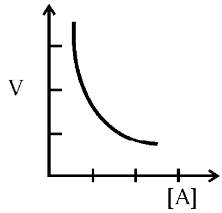
Maka grafik yang mengambarkan tingkat reaksi terhadap X adalah.....

A. 

B. 

C. 

D. 

E. 

19. Dari reaksi : $2\ Fe^{3+}(aq) + 3\ S^{2-}(aq) \longrightarrow S(s) + 2\ FeS(s)$

Pada suhu tetap diperoleh data sebagai berikut :

No.	$[Fe^{3+}]$(mol/L)	$[S^{2-}]$ (mol/L)	Laju reaksi(mol L^{-1} s^{-1})
1.	0,1	0,1	2
2.	0,2	0,1	8
3.	0,2	0,2	16
4.	0,3	0,3	54

Rumus laju reaksi dari data di atas adalah.....

A. $v = k\ [Fe^{3+}]^2[S^{2-}]^2$

B. $v = k\ [Fe^{3+}]^2[S^{2-}]^3$

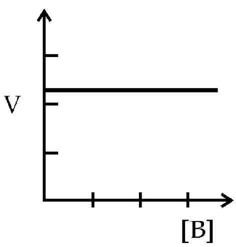
C. $v = k\ [Fe^{3+}]^2[S^{2-}]$

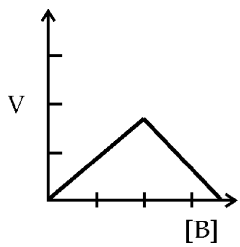
D. $v = k\ [Fe^{3+}][S^{2-}]^2$

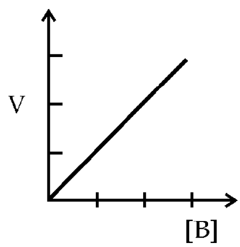
E. $v = k\ [Fe^{3+}][S^{2-}]$

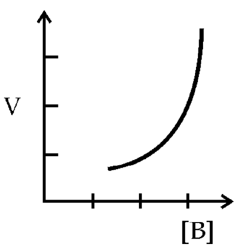
Ebtanas 94/95

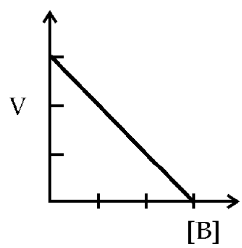
20. Pada reaksi 2A + B $\longrightarrow$ diketahui bahwa reaksi berorde nol terhadap B, maka hubungan reaksi awal dengan berbagai konsentrasi awal zat B itu diperlihatkan oleh garfik...

A. 

B. 

C. 

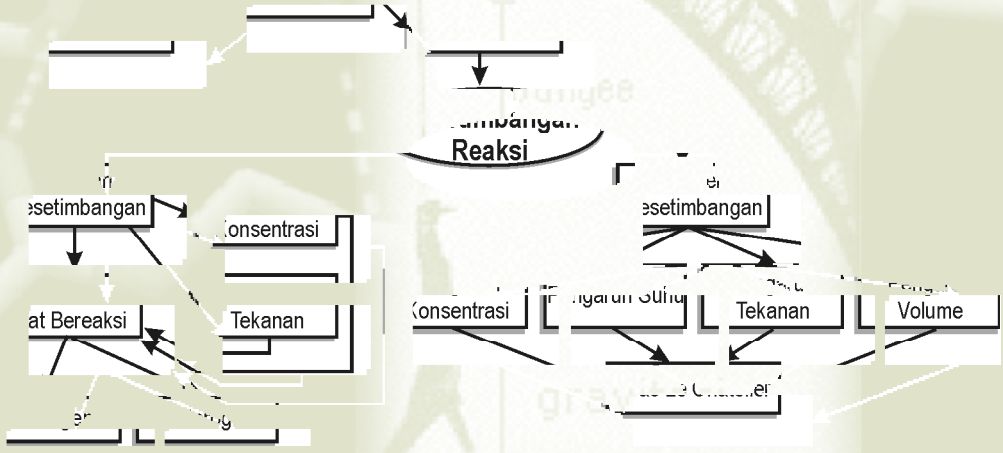
D. 

E. 

Bab

Kesetimbangan Kimia

Peta Konsep



Jika seseorang melakukan *bungee jumping*, maka bekerja gaya gravitasi yang berlawanan dengan gaya pegas dari bungee yang digunakannya. Hal ini menimbulkan gerakan bolak balik yang berlangsung terus sebelum terjadi keseimbangan antara gaya yang menariknya ke bawah dengan yang menahannya dari atas. Hal ini serupa dengan yang dilakukan permainan sirkus ketika berjalan di atas bola, ia berjalan ke arah kiri sedangkan bola berputar ke kanan. Jika kecepatan ia berjalan ke kiri sama dengan kecepatan gerak bola ke kanan, maka posisi pemain sirkus tersebut akan tetap kelihatan diam. Kejadian itu disebut keadaan setimbang dinamis.

Kompetensi Dasar

- Siswa mampu menjelaskan kesetimbangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan dengan melakukan percobaan
- Siswa mampu menentukan hubungan kuantitatif antara pereaksi dengan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan
- Siswa mampu menjelaskan penerapan prinsip kesetimbangan dalam kehidupan sehari-hari dan industri

5.1. Pengenalan pada kesetimbangan kimia

Ketika besi berkarat, sangat sulit untuk mengubah kembali karat tersebut menjadi besi, meskipun dapat dilakukan, digunakan jalan reaksi yang berbeda dengan proses perkaratannya. Reaksi seperti ini dikatakan berlangsung *satu arah* atau *reaksi ireversibel.*

Reaksi-reaksi kimia pada umumnya berlangsung satu arah. Tetapi ada juga reaksi yang dapat berlangsung dua arah atau *dapat balik.* Pada reaksi ini hasil reaksi dapat berubah lagi menjadi zat-zat semula. Reaksi semacam ini disebut juga dengan *reaksi reversibel.*

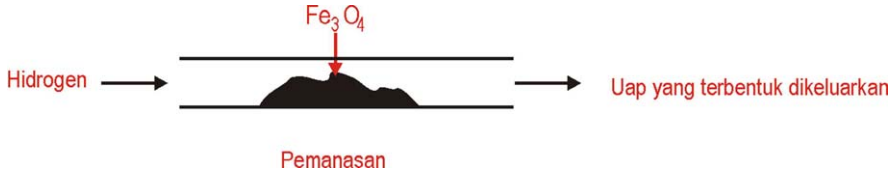
Reaksi reversibel adalah reaksi yang dapat dibuat ke arah reaksi sebaliknya pada kondisi tertentu, misalkan jika kamu lewatkan uap air pada besi panas, uap air akan bereaksi dengan besi membentuk endapan berwarna hitam yang merupakan Fe_3O_4.

$$3\ Fe(s) + 4\ H_2O(g) \longrightarrow Fe_3O_4(s) + 4\ H_2(g)$$

Pada kondisi yang lain, hasil dari reaksi ini akan bereaksi kembali, dimana hidrogen dilewatkan kembali di atas Fe_3O_4 sehingga terbentuk Fe dan H_2O.

$$Fe_3O_4(s) + 4\ H_2(g) \longrightarrow 3\ Fe(s) + 4\ H_2O(g)$$

Sehingga dalam wadah berapa lama pun reaksi ini berlangsung akan selalu diperoleh Fe dan uap air yang seolah-olah tidak dapat bereaksi lagi. Untuk mencegah hal itu biasanya hasil reaksi seperti uap air harus dikeluarkan.



Gambar 5.1 Reaksi hidrogen dan Fe_3O_4

Reaksi dapat balik terjadi dalam satu sistem dan laju reaksi ke arah hasil atau sebaliknya sama disebut reaksi dalam keadaan setimbang atau *sistem kesetimbangan.* Sistem kesetimbangan banyak terjadi pada reaksi-reaksi dalam wujud gas. Reaksi di atas dapat ditulis dalam suatu persamaan reaksi sebagai :

$$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$$

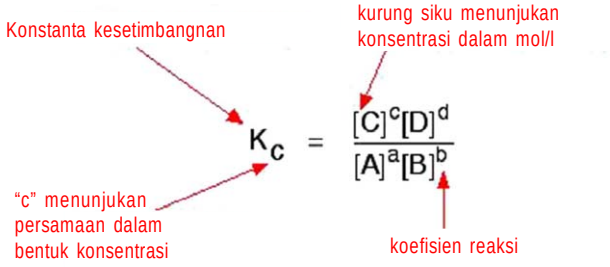
5.2. Tetapan Kesetimbangan

Fenomena tetapan kesetimbangan ditemukan oleh *Cato Maximillan* dan *Peter Waage* pada tahun 1866 yang dikenal dengan *Hukum Aksi Massa.* Penulisan tetapan kesetimbangan untuk reaksi yang berlangsung secara homogen, kita misalkan reaksi secara umum :

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

Menurut *Waage*, pada suhu tetap berlaku hukum kesetimbangan yang berbunyi

> *"Pada reaksi kesetimbangan, hasil kali konsentrasi hasil reaksi yang dipangkatkan koefisiennya dibagi dengan hasil kali konsentrasi zat pereaksi yang dipangkatkan koefisiennya akan tetap, pada suhu tetap."*



Untuk menuliskan persamaan tetapan kesetimbangan, kita perlu melihat dua jenis kesetimbangan yang berbeda, karena akan dapat didefinisikan secara berbeda. Kesetimbangan reaksi dikelompokkan berdasarkan wujud zat yang terlibat dalam kesetimbangan tersebut, menjadi kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen.

1. Kesetimbangan Homogen

Kesetimbangan homogen adalah sistem kesetimbangan yang ada pada reaksi dimana semua zat yang terlibat memiliki fasa yang sama. Misalkan semuanya memiliki fasa gas atau semua pereaksi berbentuk larutan. Contoh reaksi dengan fasa homogen :

$2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ SO_3(g)$

$Fe^{3+}(aq) + SCN(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$

Tanda (g) didepan rumus kimia zat menunjukkan zat berada dalam fasa gas dan (aq) menunjukkan zat dalam fasa larutan.

Sehingga reaksi :

$2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ SO_3(g)$

dapat dituliskan sebagai : $K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$

Nilai K_c disebut tetapan kesetimbangan.

Tugas Mandiri

Tuliskanlah bentuk pernyataan tetapan kesetimbangan untuk reaksi dengan persamaan sebagai berikut :

$Fe^{3+}(aq) + SCN(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$

2. Kesetimbangan Heterogen

Kesetimbangan heterogen adalah sistem kesetimbangan yang komponennya lebih dari satu jenis fasa. Termasuk dalam bentuk kesetimbangan ini dalah reaksi yang melibatkan zat berfasa padat dan gas, atau padat dan larutan. Contoh reaksi kesetimbangan yang memiliki fasa heterogen adalah:

$$H_2O(1) \rightleftharpoons H_2O(g)$$
$$H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g)$$
$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

(l) menunjukkan zat dalam fasa cairan sedangkan (s) menunjukkan dalam fasa padat

Untuk reaksi uap air dengan karbon panas yang merah, berarti zat yang berbentuk gas kontak dengan sebuah padatan.

$$H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H_2(g) + CO(g)$$

Tetapan kesetimbangannya dinyatakan sebagai :

$$K_C = \frac{[H_2][CO]}{[H_2O]}$$

Sedangkan untuk reaksi antara tembaga dengan larutan perak nitrat, kita akan memperoleh kesetimbangan antara padatan dan larutan ion

$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

Tetapan kesetimbangan dinyatakan sebagai :

$$K_C = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

Jadi untuk reaksi antara gas dan padatan atau larutan, harga tetapan kesetimbangan hanya ditentukan oleh konsentrasi gas, sedangkan jika reaksinya merupakan reaksi antara zat dengan fasa larutan dan padatan yang menentukan nilai tetapan kesetimbangannya adalah konsentrasi larutannya.

Tugas Mandiri

Tuliskanlah bentuk pernyataan tetapan kesetimbangan untuk reaksi dengan persamaan sebagai berikut :

$$H_2O(1) \rightleftharpoons H_2O(g)$$
$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightleftharpoons Cu2^+(aq) + 2Ag(s)$$
$$C(s) + 2N_2O(g) \rightleftharpoons CO^2(g) + 2N^2(g)$$
$$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$$

Untuk lebih memahami tentang hukum ini, berikut adalah data beberapa harga tetapan kesetimbangan reaksi antara CO dengan H_2 pada suhu tetap dengan konsentrasi yang berbeda.

Reaksinya: $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g) \quad T = 1200\ K$

dan tetapan kesetimbangannya dinyatakan sebagai :

$$K = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$$

Tabel 5.1 Data percobaan pada suhu tetap.

	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Sebelum reaksi			
[CO	0,1000 mol L^{-1}]	0,2000 mol L^{-1}	
$[H_2]$	0,3000 mol L^{-1}	0,3000 mol L^{-1}	
$[CH_4]$			0,1000 mol L^{-1}
$[H_2O]$			0,1000 mol L^{-1}
Kesetimbangan			
[CO]	0,0613 mol L^{-1}	0,1522 mol L^{-1}	0,0613 mol L^{-1}
$[H_2]$	0,1839 mol L^{-1}	0,1566 mol L^{-1}	0,1839 mol L^{-1}
$[CH_4]$	0,0387 mol L^{-1}	0,0478 mol L^{-1}	0,0387 mol L^{-1}
$[H_2O]$	0,0387 mol L^{-1}	0,0478 mol L^{-1}	0,0387 mol L^{-1}
$K = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$	3,93	3,91	3,93

Sehingga diperoleh harga *K* rata-rata = 3,93. Konstanta atau tetapan kesetimbangan akan selalu memiliki nilai atau besar yang sama selama kita tidak mengubah suhunya, walaupun kita melakukan dengan konsentrasi dan tekanan yang berbeda-beda, bahkan jika kita mengunakan katalis pun tidak akan mengubahnya. Harga tetapan kesetimbangan dapat dinyatakan berdasarkan konsentrasi dan tekanan.

Tugas Mandiri

Tentukan harga K_c dari reaksi kesetimbangan: $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ Jika diketahui data konsentrasi zat-zat (dalam molar) pada kesetimbangan sebagai berikut.

No	$[PCl_5]$	$[PCl_3]$	$[Cl_2]$
1	0,010	0,15	0,37
2	0,085	0,99	0,47
3	1,00	3,68	1,50

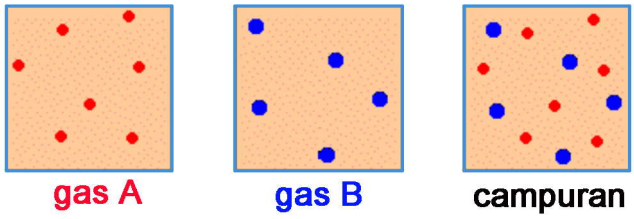
5.3 Tetapan Kesetimbangan Berdasarkan Tekanan

Sebelum mempelajari tentang tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan, kita terlebih akan mencoba terlebih dahulu mempelajari tentang tekanan parsial dan fraksi mol. Tekanan parsial suatu gas adalah tekanan yang akan dimiliki jika suatu gas mengisi suatu wadah tanpa ada zat yang lain. Tekanan parsial gas A diberi lambang P_A. Sedangkan tekanan parsial gas B diberi lambang P_B, dan seterusnya.

Tekanan total suatu campuran gas merupakan jumlah dari tekanan parsial gas-gas campurannya.

$P = P_A + P_B + P_C + \ldots\ldots$

Gambarannya dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 5.3 Keadaan gas dalam wadah

Gas A menimbulkan tekanan ketika ia menumbuk tembok (dengan tekanan parsialnya), begitu juga dengan gas B.

Fraksi mol merupakan perbandingan mol suatu zat terhadap keseluruhan mol dari campuran pembentuknya. Fraksi mol suatu zat A ditunjukkan sebagai X_A, fraksi mol zat B sebagai X_B, dan seterusnya.

$$X_A = \frac{Besar\ mol\ gas\ A}{Jumlah\ mol\ total\ gas}$$

Contoh, dalam campuran gas terdapat 1 mol gas nitrogen dan 3 mol gas hidrogen, maka terdapat 4 mol total gas yang ada. Fraksi mol dari gas nitrogen adalah ¼ (0,25) dan fraksi mol gas hidrogen adalah ¾ (0,75).

Hubungan fraksi mol dan tekanan parsial ditunjukkan sebagai tekanan parsial merupakan hasil kali dari fraksi mol dengan tekanan total, atau :

$$P_A = X_A \times P$$

Hal ini berarti jika kamu memiliki campuran yang terdiri dari 20 mol gas nitrogen, 60 mol gas hidrogen dan 20 mol gas amoniak(total mol = 100 mol), pada tekanan 200 atm, maka tekanan parsial dapat ditentukan sebagaimana tercantum dalam tabel 5.2.

Tabel 5.2 Fraksi mol dan tekanan parsial

Gas	Fraksi mol	Tekanan Parsial
nitrogen	20/100 = 0.2	0.2 x 200 = 40 atm
hidrogen	60/100 = 0.6	0.6 x 200 = 120 atm
ammonia	20/100 = 0.2	0.2 x 200 = 40 atm

Kesetimbangan berdasarkan tekanan dinyatakan dengan notasi K_p, yaitu hasil kali tekanan parsial gas-gas hasil reaksi dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas-gas pereaksi, setelah masing-masing gas dipangkatkan dengan koefisiennya menurut persamaan reaksi.

Kesetimbangan homogen dalam bentuk tekanan, untuk reaksi antara gas A dan B membentuk gas C dan D sesuai reaksi :

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

dapat dituliskan sebagai :

$$K_P = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

sehingga untuk reaksi dalam fasa homogen:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

dapat dituliskan sebagai :

$$K_P = \frac{P_{SO_3}^2}{P_{SO_2}^2 \times P_{O_2}}$$

Kesetimbangan heterogen dalam bentuk tekanan seperti halnya dalam K_c keterlibatan zat dengan fasa padat diabaikan, karena tidak berperan dalam pembentukan tekanan total. Untuk menentukan K_p tekanan gas dapat dinyatakan dengan *cmHg* atau *atmosfer* (atm).

Untuk reaksi :

$$H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons H(g) + CO(g)$$

dituliskan sebagai :

$$K_P = \frac{P_{H_2} \times P_{CO}}{P_{H_2O}^2}$$

Contoh

Pada temperatur 500 K ke dalam bejana yang volumnya 5 liter dimasukkan 0,6 mol gas HI sehingga terjadi reaksi kesetimbangan :

$$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$$

Bila setelah sistem mencapai keadaan kesetimbangan masih terdapat 0,3 mol HI, tentukan harga tetapan kesetimbangan K_p pada temperatur 500 K (R = 0,082).

Jawab:

Untuk mendapatkan harga P, gunakan rumus ***PV = nRT***

$$P = \frac{nRT}{V} \qquad P = \frac{0,6\,(0,082)(500)}{5} \qquad P = 4,92$$

Persamaan reaksi:

$$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$$

Mula-mula	:	0,6 mol	0 mol	0 mol
Berubah	:	-0,3	0,15	0,15
Kesetimbangan	:	0,3	0,15	0,15

Mol total = 0, 6 mol

X_{HI} = 0,3/0,6 = ½

X_H = X_I = 0,15 /0,6 = ¼

$$P_A = X_A \times P$$

P_{HI} = ½ x 4,92 = 2.46 P_H = ¼ x 4,92 = 1.23 P_H = ¼ x 4,92 = 1.23

$$K_P = \frac{P_{H_2} \times P_{I_2}}{P_{HI}}$$

$$K_P = \frac{1,23 \times 1,23}{2,46}$$

K_p = 0,615

Tugas Mandiri

Coba kamu lakukan penghitungan seperti pada contoh soal diatas namun reaksi terjadi pada suhu ruangan 25°C.

5.4. Hubungan K_c dengan K_p

Hubungan K_c dengan K_p dapat ditentukan berdasarkan rumus $PV = nRT$ atau P = konsentrasi ´ RT.

Untuk reaksi:

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

maka

$$K_P = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

$$K_P = \frac{([C]\cdot RT)^c \times ([D]\cdot RT)^d}{([A]\cdot RT)^a ([B]\cdot RT)^b} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \times RT^{(c+d)-(a+b)}$$

dengan (c-d) – (a+b) = Δn. Jadi,

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n}$$

Jika jumlah koefisien hasil reaksi sama dengan jumlah koefisien pereaksi maka $K_c = K_p$.

Contoh :

Pada reaksi setimbang:

$$2\,SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\,SO_3(g)$$

Harga $K_c = 2{,}8 \times 10^2$, pada 1000 Kelvin.

Hitung harga K_p !

Jawab:

$K_p = K_c . (RT)^{Dn}$

Pada reaksi diatas Dn = 2 – (2+1) = -1

Dengan demikian harga $K_p = 2{,}8 \times 10^2 (0{,}082 \times 1000)^{-1} = 3{,}4$

Tugas Mandiri

Pada suhu 25°C terdapat kesetimbangan

$2\,NO(g) + Cl2(g) \rightleftharpoons 2\,NOCl_2(g)$ Jika $K_c = 4{,}6.10^{-4}$.

Tentukanlah harga K_p , diketahui $R = 0{,}082$

5.5. Pergeseran Kesetimbangan

Bagaimana jika pada suatu reaksi kesetimbangan diberikan perubahan-perubahan?

Suatu reaksi kesetimbangan mempunyai sifat *berlangsung dua arah* dan *dinamis.* Kalau ada pengaruh dari luar, sistem akan mengadakan aksi, yaitu pergeseran reaksi untuk mengurangi pengaruh tersebut.

Henry Louis Le Chatalier, ahli kimia Perancis (1852-1911) mengemukakan suatu pernyataan mengenai perubahan yang terjadi pada sistem kesetimbangan jika ada pengaruh dari luar. Pernyataan ini dikenal sebagai *Azas Le Chatalier* yang berbunyi: "*Jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi maka sistem tersebut akan mengadakan reaksi, sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya.*"

Asas Le Chatelier menyatakan jika kesetimbangan dinamis terganggu akibat adanya perubahan kondisi, maka kesetimbangan akan bergeser kearah yang berlawanan dengan perubahan tersebut . Sangat penting untuk memahami asas *Le Chatelier*, karena akan sangat membantu ketika kamu menerapkan perubahan kondisi dalam reaksi yang mengalami kesetimbangan dinamis.

. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sistem kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, perubahan suhu, perubahan tekanan, dan perubahan volume.

1. Pengaruh Perubahan Konsentrasi

Anggaplah kita memiliki persamaan reaksi kesetimbangan antara empat zat, A, B, C dan D, sebagai berikut :

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

Apa yang akan terjadi jika kita mengubah konsentrasi zat-zat yang bereaksi ? Berdasarkan asas Le Chatelier, posisi kesetimbangan akan bergerak kearah yang berlawanan dari perubahan. Berarti dengan penambahan konsentrasi A, maka posisi kesetimbangan akan bergeser kearah pembentukan C dan D.

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

$$\longrightarrow$$

Posisi kesetimbangan bergeser ke kanan
jika konsentrasi A diperbesar

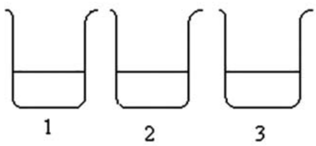
Ini merupakan cara yang terbaik untuk memperoleh hasil reaksi yaitu C dan D dalam jumlah yang sebanyak-banyaknya. Untuk mempelajari lebih nyata pengaruh perubahan konsentrasi pada kesetimbangan lakukan percobaan berikut:

Buktikan

Pengaruh Konsentrasi pada Kesetimbangan

Alat yang digunakan : Gelas kimia, gelas ukur, botol semprot.

Bahan yang digunakan : Larutan Fe^{3+} 0,3 M, larutan SCN^- 0,3 M. Larutan $Fe(SCN)^{2+}$ 0,3 M



Lakukah langkah kerja berikut :

- Masukkan masing-masing 25 ml larutan $Fe(SCN)^{2+}$ 0,3 M. pada tiga buah gelas kimia. Gelas kimia ke 1 digunakan sebagai standar.
- Tambahkan secara bertahap 5 ml larutan Fe^{3+} pada gelas kimia 2, sebanyak tiga kali, amati perubahan warna setiap penambahannya.
- Tambahkan secara bertahap 5 ml larutan SCN^- pada gelas kimia 3, sebanyak tiga kali, amati perubahan warna setiap penambahannya.

Berdasarkan reaksi berikut :

$$Fe^{3+}(aq) + SCN(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$$

coklat — *tak berwarna* — *merah*

- Buatlah kesimpulan

Tugas Mandiri

Penambahan kristal Na_2HPO_4 mengakibatkan warna merah berkurang sebab jumlah ion $Fe(SCN)^{2+}$ berkurang. Mengapa ion $Fe(SCN)^{2+}$ berkurang? Coba kamu jelaskan!

2. Pengaruh Suhu Pada Kesetimbangan

Untuk memahami pengaruh perubahan suhu pada kesetimbangan kita harus mengetahui apakah reaksi tersebut menyerap atau memberikan panas ? Asumsikan suatu reaksi berjalan secara eksoterm :

$$A + 2B \rightleftharpoons C + D \quad \Delta H = -250 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Persamaan diatas menunjukkan ketika 1 mol zat A bereaksi dengan 2 mol zat B dengan menghasilkan panas sebesar 250 kJ. Maka reaksi kebalikannya akan membutuhkan panas sebesar 250 kJ.

250 kj dilepaskan ketika A dan B bereaksi menghasilkan zat C dan D

$$A + 2B \rightleftharpoons C + D \quad \Delta H = -250 \text{ kJ mol}^{-1}$$

250 kj dilepaskan ketika C dan D bereaksi menghasilkan A dan B

Lalu apa yang akan terjadi jika dilakukan perubahan suhu sistem? Berdasarkan asas Le Chatelier, posisi kesetimbangan akan bergerak berlawanan, maka ketika dinaikkan suhu kesetimbangan bergerak kearah reaksi yang endoterm, yaitu pembentukkan A dan B. Dengan pergeseran ini kalor akan diserap sehingga kenaikan suhu tidak akan sebesar jika tak terjadi pergeseran. Sebaliknya jika suhu diturunkan akan bergerak ke arah reaksi yang eksoterm yaitu pembentukan C dan D.

Buktikan

Pengaruh perubahan suhu pada kesetimbangan

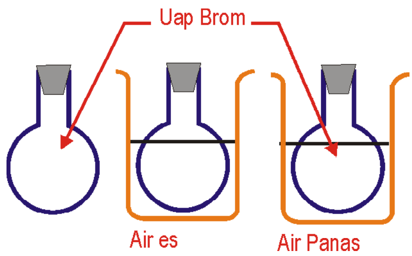
Alat yang digunakan : Labu dasar rata, sumbat, penangas, pemanas listrik, termometer.

Bahan yang digunakan : Uap / cairan brom, air, es.

Lakukan langkah kerja berikut :

- Isilah ketiga labu dasar rata dengan uap/cairan brom (sedikit saja jika berbentuk cairan) dan beri nomor setiap labu

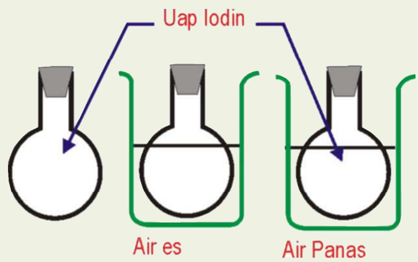
- Letakkan labu pertama diletakkan pada suhu ruangan.
- Letakkan labu kedua dalam panangas/ wadah yang berisi air es.
- Letakkan labu ketiga pada penangas/wadah yang berisi air panas
- Bandingkan intensitas warna pada masing masing labu dan catat suhunya.
- Catat pengamatanmu/perubahan intensitas warna yang terjadi, jangan lupa untuk mengukur suhu penangas/ruangan setiap memasukkan labu dalam penangas.
- Ulangi dengan cara mempertukarkan ketiga labu dalam tiga keadaan



- Tuliskan hasil pemgamatanmu dan buat kesimpulan

Tugas Mandiri

Coba kamu perhatikan gambar berikut :



Apa pendapatmu? Coba kamu rancang penelitian untuk membuktikan pendapatmu, dan kamu prediksikan kemungkinan yang akan terjadi dari hasil pecobaan tersebut dan kamu presentasikan hasil pemikiranmu di depan teman-temanmu!

3. Pengaruh Perubahan Tekanan pada Kesetimbangan

Perubahan tekanan hanya akan mempengaruhi reaksi zat-zat dengan fasa gas. Misalkan terdapat reaksi antar gas sebagai berikut :

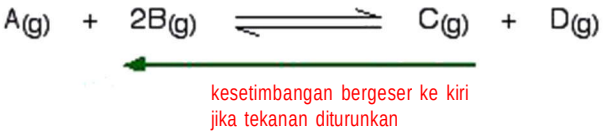
$$A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$$

Tekanan disebabkan oleh tumbukan molekul-molekul gas pada dinding wadah, semakin banyak jumlah molekul maka tekanan akan semakin besar. Reaksi dapat bergerak untuk memperbanyak molekul juga dapat mengurangi jumlah

molekul. Dalam persamaan reaksi diatas terdapat tiga molekul pada sisi kiri(A dan 2 B) dan dua molekul hasil reaksi pada sisi kanan (C dan D). Berdasarkan asas Le Chatelier, maka kesetimbangan akan bergerak kearah pembentukan molekul yang lebih sedikit jika tekanan diperbesar.



sedangkan jika tekanan diturunkan akan bergeser kearah pembentukan molekul yang lebih banyak sehingga bergeser ke kiri.



Jumlah molekul suatu zat diwakili dengan satuan mol. Pada sistem kesetimbangan, perubahan tekanan akan menimbulkan pergeseran kesetimbangan bila jumlah mol gas-gas sebelum dan sesudah reaksi berbeda. Dengan demikian dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya lebih kecil
- Jika tekanan diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya lebih besar



Buktikan

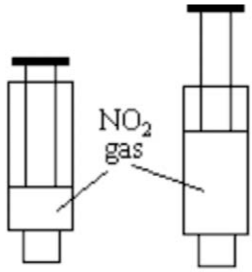
Pengaruh Tekanan pada Kesetimbangan NO_2/N_2O_4

Alat yang digunakan : Piston kaca/ bekas jarum suntikan

Bahan yang digunakan : gas NO_2

Lakukan langkah kerja berikut :

- Dua jarum suntik yang bersih dan kering diisi dengan gas NO_2 setengah volume dari jarum tersebut, kemudian sumbat ujung jarum dengan cara memasukkannya ke dalam penghapus pensil
- Salah satu jarum ditekan sehingga volume seperempat dari volume jarum, amati perubahan warna.
- Sedangkan yang lain ditarik sehingga maksimal volumenya (tekanan terkecil), perhatikan perubahan warna yang terjadi
- Lakukan dengan mempertukarkan perlakuan pada kedua jarum.



Berdasarkan reaksi :

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$

- Buatlah kesimpulan dari percobaan tersebut

Tugas Mandiri

Perkirakanlah pergeseran kesetimbangan yang akan terjadi jika tekanan diperbesar dan diperkecil untuk reaksi berikut ini :

$N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftharpoons 2\ NH_3(g)$

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2\ HI(g)$

$C(s) + 2\ N_2O(g) \rightleftharpoons CO2(g) + 2\ N_2(g)$

4. Pengaruh Perubahan Volume pada Kesetimbangan

Perubahan volume pada kesetimbangan bergantung pada komponennya. Apakah komponen gas atau komponen ion-ion?

a. Perubahan Volume pada kesetimbangan yang komponennya gas.

Pada kesetimbangan yang komponennya gas, perubahan volume akan berpengaruh jika pada kesetimbangan jumlah mol pereaksi berbeda dengan jumlah hasil reaksi. *Pengaruh perubahan volume akan merupakan kebalikan dari pengaruh perubahan tekanan* sebab jika pada suatu sistem kesetimbangan, volume diperkecil maka tekanan menjadi besar, jika volume diperbesar maka tekanan menjadi kecil. Coba kamu perhatikan percobaan NO_2/N_2O_4, pada pengaruh tekanan sebelumnya. Karena memperbesar tekanan dilakukan dengan memperkecil volume, dan sebaliknya.

Contoh :

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

Jika volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah gas PCl_3 dan $Cl_{2,}$ jika volume diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah gas PCl_5

b. Perubahan volume pada kesetimbangan yang komponen-komponennya berupa ion-ion

Untuk mempelajari pengaruh perubahan volume pada kesetimbangan dalam reaksi yang berbentuk larutan kita lihat contoh pada kesetimbangan:

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$$

coklat *tak berwarna* *merah*

Jika kita lakukan pengenceran ketika kesetimbangan telah tercapai, maka akan mengakibatkan warna merah berkurang atau kesetimbangan bergeser ke arah pembentukkan ion Fe^{3+} dan SCN^-.

Pengenceran pada larutan menyebabkan volume menjadi besar. Maka, untuk kesetimbangan yang jumlah mol atau jumlah partikel pereaksi dan hasil reaksinya berbeda *kesetimbangan* akan *bergeser ke arah partikel yang jumlahnya lebih besar*.

Tugas Mandiri

Coba kamu diskusikan bersama teman-temanmu, apa hubungan adanya pergeseran kesetimbangan akibat perubahan konsentrasi, suhu, tekanan dan volume dengan kondisi optimum untuk memproduksi bahan-bahan kimia di industri yang berdasarkan pada reaksi kesetimbangan

5.6. Reaksi Kesetimbangan dalam Industri

Dalam industri, bahan-bahan kimia ada yang dihasilkan melalui reaksi-reaksi kesetimbangan. Misalnya industri pembuatan ammonia dan pembuatan asam sulfat. Masalah yang dihadapi adalah bagaimana memperoleh hasil yang berkualitas tinggi dalam jumlah banyak dengan menggunakan proses efisien dan efektif. Untuk memecahkan masalah tersebut, pengetahuan tentang kesetimbangan kimia sangat diperlukan.

1. Pembuatan Amoniak

Amoniak (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk (Urea dan ZA), serat sintetik (nilon dan sejenisnya), dan bahan peledak TNT (trinitro toluena). Pembuatan ammoniak yang dikemukakan oleh *Fritz Haber* (1905), prosesnya disebut *Proses Haber-Bocsh.* Reaksi yang terjadi adalah kesetimbangan antara gas N_2, H_2, dan NH_3 ditulis sebagai berikut.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \qquad \Delta H = -92 \text{ kJ}$$

Untuk proses ini, gas N_2 diperoleh dari hasil penyulingan udara, sedangkan gas H_2 diperoleh dari hasil reaksi antara gas alam dengan air. Pada suhu kamar, reaksi ini berlangsung sangat lambat maka untuk memperoleh hasil yang maksimal, reaksi dilakukan pada suhu tinggi, tekanan tinggi, dan diberi katalis besi.

Reaksi pembentukan amoniak merupakan reaksi eksoterm. Menurut *Le Chatalier* kesetimbangan akan bergeser ke arah NH_3 jika suhu rendah. Masalahnya adalah katalis besi hanya berfungsi efektif pada suhu tinggi, akibatnya pembentukan ammoniak berlangsung lama pada suhu rendah.

Berdasarkan pertimbangan ini prosesnya dilakukan pada suhu tinggi ± 450°C (suhu optimum) agar reaksi berlangsung cepat sekalipun dengan risiko

kesetimbangan akan bergeser ke arah N_2 dan H_2. Untuk mengimbangi pergeseran ke arah N_2 dan H_2 oleh suhu tinggi, maka digunakan tekanan tinggi antara 200-400 atm. Untuk membuat molekul-molekul semakin rapat sehingga tabrakan molekul semakin sering. Dengan kondisi yang dianggap optimum ternyata gas NH_3 yang dapat dipisahkan baru dapat mencapai ±15%. Campuran gas kemudian didinginkan sehingga gas NH_3 mencair.

2. Pembuatan Asam Sulfat

Salah satu cara pembuatan asam sulfat secara industri yang produknya cukup besar adalah dengan proses kontak. Bahan yang digunakan pada proses ini adalah belerang dan prosesnya berlangsung sebagai berikut.

a. Belerang dibakar di udara akan bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan gas belerang dioksida.

Reaksi:

$$S(s) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g)$$

b. Belerang dioksida direaksikan lagi dengan oksigen dan dihasilkan belerang trioksida.

Reaksi:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

c. Reaksi ini berlangsung lambat, maka dipercepat dengan katalis, dan temperatur katalis yang digunakan adalah vanadium pentaoksida (V_2O_5).

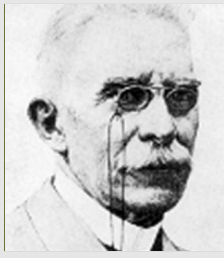
c. SO_3 yang dihasilkan dipisahkan, direaksikan dengan H_2SO_4 pekat sehingga terjadi asam pirosulfat. Asam pirosulfat akan direaksikan dengan air sampai menghasilkan asam sulfat. Reaksi

$$SO_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightleftharpoons H_2S_2O_7(aq)$$

$$H_2S_2O_7(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons 2H_2SO_4(l)$$

Beberapa kegunaan asam sulfat diantaranya adalah untuk bahan pembuatan pupuk, deterjen, cat kuku, zat warna, fiber, pembuatan plastik, digunakan dalam industri logam dan untuk pengisi *accumulator*.

Sang Ilmuwan

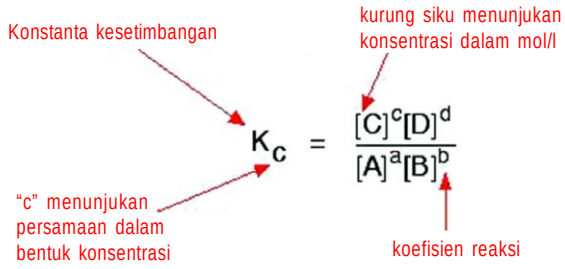


HENRI LOUIS LE CHÂTELIER (1850-1936) lahir di Paris, Perancis pada tanggal 8 Oktober 1850. Ia merupakan ahli fisika kimia yang sangat terkenal dengan prinsip untuk suatu sistem dalam keadaan kesetimbangan. Sumbangan pertamanya pada perkembangan sains adalah pengukuran suhu logam, aliansi logam, gelas dan keramik. Pada tahun 1887 ia menggunakan *thermocouple* dari platinum/rhodium

untuk mengukur suhu tinggi dengan menggunakan efek *seebeck*. *Le Chatelier* juga membuat pirometer optik yang mengukur suhu dengan membandingkan cahaya yang teremisi oleh objek dengan suhu tinggi dengan sumber cahaya standar. Ia meninggal pada tanggal 17 September di Miribel-les-Echelles, Isère.

Rangkuman

- Reaksi-reaksi kimia pada umumnya berlangsung satu arah atau *reaksi ireversibel*. Tetapi ada juga reaksi yang dapat berlangsung dua arah atau *dapat balik*. disebut dengan *reaksi reversibel*
- Kesetimbangan homogen adalah sistem kesetimbangan yang ada pada reaksi dimana semua zat yang terlibat memiliki fasa yang sama. Kesetimbangan heterogen adalah sistem kesetimbangan yang komponennya lebih dari satu jenis fasa.
- Kesetimbangan yang berbunyi "*Pada reaksi kesetimbangan, hasil kali konsentrasi hasil reaksi yang dipangkatkan koefisiennya dibagi dengan hasil kali konsentrasi zat pereaksi yang dipangkatkan koefisiennya akan tetap, pada suhu tetap.*"



- Kesetimbangan berdasarkan tekanan dinyatakan dengan notasi K_p, yaitu hasil kali tekanan parsial gas-gas hasil reaksi dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas-gas pereaksi, setelah masing-masing gas dipangkatkan dengan koefisiennya menurut persamaan reaksi
- Pergeseran kesetimbangan akibat perubahan konsentrasi, suhu, tekanan dan volume terjadi sesuai dengan azas *Le Chatalier* yang berbunyi: "Jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi maka sistem tersebut akan mengadakan reaksi, sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya."

Uji Kemampuan

1. Apa yang dimaksud dengan:
   A. Reaksi reversibel
   B. Kesetimbangan dinamis
   C. Asas Le Chatelier
   D. Elektrolit

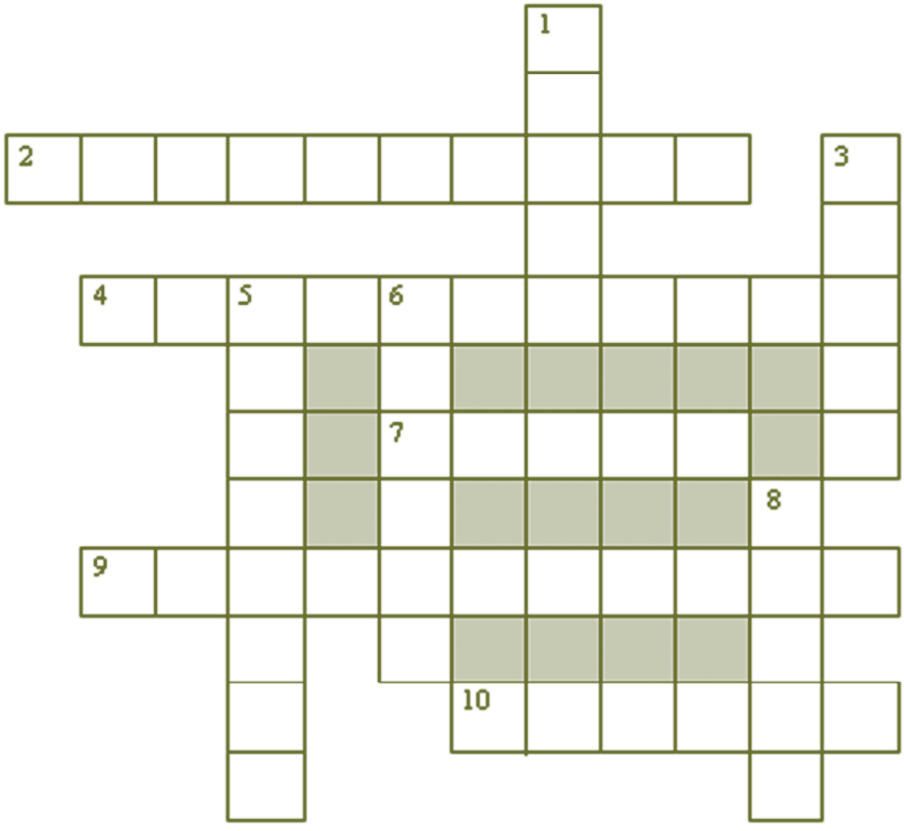
2. Sebuah sampel larutan mengandung 0,40 gram natrium hidroksida. Berapa kemolaran larutan NaOH tersebut?

3. Tuliskanlah persamaan konstanta kesetimbangan untuk reaksi kesetimbangan berikut:
   A. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ NO(g)$ (pembesaran tekanan)
   B. $CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2\ H_2O\ (g)$ (pembesaran suhu)
   C. $H_2S(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_5(aq)$ (penambahan H_2S)
   D. $N_2(g) + 3\ H_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ NH_3\ (g)\ \Delta H = -$ (penurunan suhu)

4. Terapkanlah asas Le Chatelier untuk masalah berikut ini:
   A. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ NO(g)$ — *Penurunan volume*
   B. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2\ H_2O\ (l)$ — *Peningkatan tekanan*
   C. $H_2S(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O+\ (aq)$ + energi — *Peningkatan suhu*
   D. $Pb_2 + (aq) + 2\ Cl^- \rightleftharpoons PbCl_2(s)$ — *Pengambilan $PbCl_2$*

5. Tuliskan reaksi kesetimbangan untuk zat berikut, dan tentukan bentuk spesi terbanyak ketika zat berikut dilarutkan dalam air:
   A. H_2S(elektrolit lemah)
   B. Na_3PO_4(elektrolit kuat)
   C. H_2SO_4(elektrolit kuat, seperti HCl)
   D. KNO_3(elektrolit kuat)

TRy Out



Fill in the space of the cross puzzle with the appropriate word from each description below!

Vertically

2. One kind reaction that can reverse to make initial subtances
4. A French scientist, that born in October 8th, 1850
7. Unsure that has five electrons.
9. Number mole of one subtances device with total mole number
10. Ostwald born in Riga ...

Horizontally

1. Sulphuric acid use for making fertilizer, detergent, dyes, ... Plastic
3. The city where Chatelier born is ...
5. a material that allows a reaction to proceed at a higher rate
6. First name from Einstein
8. Middle name from Le Chatelier

Uji Kompetensi

1. Pada saat suatu reaksi mengalami kesetimbangan dinamis maka .....
   A. secara makroskopis reaksi berlangsung terus
   B. jumlah partikel setiap zat pereaksi sama dengan jumlah partikel hasil reaksi
   C. konsentrasi zat-zat pereaksi sama dengan konsentrasi zat hasil reaksi
   D. reaksi terus berlangsung kedua arah yang berlawanan secara mikroskopis
   E. zat-zat hasil reaksi tidak bereaksi lebih lanjut karena telah tercapai kesetimbangan

2. Sesuai dengan asas Le Chatelier, yang tidak mempengaruhi pergeseran kesetimbangan adalah ...
   A. Penambahan zat pereaksi
   B. Perubahan tekanan
   C. Perubahan volume
   D. Penggunaan katalis
   E. Perubahan suhu

3. Pada reaksi kesetimbangan :
   $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g) \qquad \Delta H = a \text{ kJ}$
   Yang akan menyebabkan pergeseran kesetimbangan ke arah kanan adalah :
   A. Tekanan diperkecil
   B. Tekanan diperbesar
   C. Volume diperbesar
   D. Suhu diturunkan
   E. Suhu dinaikkan

4. Pembentukkan gas XO_2 berlangsung sesuai reaksi :
   $X_2O_3(g) + ½ O_2(g) \rightleftharpoons 2 XO_2(g) \qquad \Delta H = - c \text{ kJ}$
   Untuk dapat menghasilkan XO_2 sebanyak mungkin, maka persyaratan reaksi yang harus dipenuhi adalah :
   A. Tekanan tinggi
   B. Temperatur rendah
   C. Tekanan rendah dan suhu tinggi
   D. tekanan rendah dan tempratur tinggi
   E. tekanan tinggi dan temperatur rendah

5. Bila 3,4 gram NH_3 dilarutkan sehingga volume larutan menjadi 2 liter, (Ar N = 14, Ar O = 16, dan Ar H= 1). Reaksi saat pelarutan mengikuti persamaan kesetimbangan :
   $$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

Diketahui tetapan kesetimbangan K = 1,81 x 10^{-5} . maka konsentrasi NH_4^+ dalam larutan adalah :

A. 1,81 x 10^{-6}
B. 1,81 x 10^{-5}
C. 1,34 x 10^{-3}
D. 6,00 x 10^{-3}
E. 4,25 x 10^{-2}

6. Diketahui reaksi kesetimbangan :

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2\ NO_2$

Konsentrasi mula-mula N_2O_4 = 0,001 M. Apabila pada keadaan setimbang konsentrasi NO_2 = 0,00010 M, maka tetapan kesetimbangan pada 26°C :

A. 10,5 x 10^{-5}
B. 9,5 x 10^{-5}
C. 9.0 x 10^{-6}
D. 10,5 x 10^{-6}
E. 11,1 x 10^{-6}

7. Satu mol VW beraksi dengan satu mol XY menurut persamaan reaksi

VW + XY $\rightleftharpoons$ VY + XV

Setelah kesetimbangan ternyata tercapai ¼ mol senyawa VY dan XV. Kalau pada reaksi ini tidak terjadi perubahan volume, maka tetapan kesetimbangan untuk reaksi ini adalah

A. 16
B. 9
C. 16/9
D. 9/16
E. 1/9

8. Diketahui reaksi :

4 H_2 (g) + CS_2(g) $\rightleftharpoons$ 2 H_2S(g) + CH_4(g)

Tetapan kesetimbangan reaksi berikut disetarakan adalah....

A. $K = \frac{[H_2S]^4[CS_2]}{[H_2]^2[CH_4]}$

B. $K = \frac{[H_2S]^2[CH_4]}{[H_2]^4[CS_2]}$

C. $K = \frac{[H_2]^2[CH_4]}{[H_2S]^4[CS_2]}$

D. $K = \frac{[H_2]^4[CS_2]}{[H_2S]^2[CH_4]}$

E. $K = \frac{[H_2]\ [CS_2]}{[H_2S]\ [CH_4]}$

9. Dalam reaksi kesetimbangan : N_2 (g) + O_2 (g) ⇌ 2NO (g) $\Delta H = +180{,}66$ kJ
   Kesetimbangan bergeser ke arah pereaksi bila ....
   A. masukkan gas N_2
   B. tekanan diperbesar
   C. volume diperkecil
   D. suhu diturunkan
   E. ditambah katalis
10. Dalam suatu bejana yang bervolume 1 liter, 5 mol gas NH_3 membentuk kesetimbangan sebagai berikut :
    2 NH_3 (g) ⇌ N_2 (g) + 3H_2 (g)
    Dalam keadaan setimbang pada suhu tetap, terbentuk 1 mol N_2. Tetapan kesetimbangan, K_c adalah ....
    A. 3/1 C. 1/9 E. 3/4
    B. 1/3 D. 9/1
11. Untuk reaksi pembuatan SO_3 sesuai persamaan berikut:
    2 SO_2 (g) + O_2 (g) ⇌ 2 SO_3 (g) $\Delta H = 197$ kJ
    Maka untuk memperoleh SO_3 sebanyak mungkin harus dilakukan ....
    A. pembesaran volume sistem
    B. pendinginan sistem
    C. pengambilan gas SO_3 yang terbentuk
    D. pengecilan tekanan sistem
    E. penambahan katalis pada sistem
12. Reaksi setimbang :
    A(g) + 2 B(g) ⇌ 3 C(g) $\Delta H = -a$ kJ
    Kesetimbangan akan bergeser ke arah C, kecuali bila......
    A. volume diperbesar
    B. suhu diturunkan
    C. gas C dikurangi
    D. volume diperkecil
    E. panas diberikan
13. Reaksi kesetimbangan berikut :
    2 $KClO_3$(s) ⇌ 2 KCl (s) + 3 O_2(g)
    Harga tetapan kesetimbangan (K) bagi reaksi tersebut adalah.......
    A. $\dfrac{[KClO_3]^2}{[KCl]^2[O_2]^3}$
    C. $\dfrac{[KCl]^2[O_2]^3}{[KClO_3]^2}$
    B. $[O_2]^3$
    B. $[KCl]^2[O_2]^3$
    D. $[KClO_3]^2$

14. Pada suhu tertentu dalam ruang 10 l terdapat kesetimbangan reaksi:

$2\,SO_3 \rightleftharpoons 2\,SO_2(g) + O_2(g)$

Bila 80 gram SO_3 (S=32, O = 16) dipanaskan hingga keadaan setimbang pada suhu itu tercapai, ternyata terdapat perbandingan mol

$SO_3 : O_2 = 2 : 1$

Tetapan kesetimbangan dari reaksi adalah…..

A. 25 C. 0,4 E. 0,025

B. 2,5 D. 0,04

Ebtanas 90/91

15. Reaksi yang tidak akan mengalami pergeseran jika tekanan diperbesar adalah…

A. $N_2(g) + 3\,H_2(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3(g)$

B. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2(g)$

C. $2\,H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\,H_2O(g)$

D. $H_2(g) + S(g) \rightleftharpoons H_2S(g)$

E. $2\,SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\,SO_3(g)$

16. 4 mol SO_3 dimasukkan dalam bejana 5 liter, dan terurai menurut reaksi

$2\,SO_3(g) \rightleftharpoons 2\,SO_2(g) + O_2(g)$

Jika pada saat kesetimbangan tercapai masih ada 1 mol SO_3 harga tetapan kesetimbangan adalah….

A. 0,5 C. 5,4 E. 13,5

B. 2,7 D. 10,8

17. Pembuatan asam sulfat cara proses kontak berlangsung eksoterm, agar didapatkan hasil yang optimal maka harus dilakukan pada keadaan…..

A. suhu rendah, tekanan tinggi, diberi katalis

B. suhu tinggi, tekanan rendah, diberi katalis

C. suhu rendah, tekanan rendah, diberi katalis

D. suhu rendah, tekanan tinggi, tidak diberi katalis

E. suhu tinggi, tekanan rendah, tidak diberi katalis

18. Jika tetapan kesetimbangan untuk reaksi :

$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2(g)$ Adalah K. maka nilai tetapan kesetimbangan untuk reaksi : $2\,NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ adalah…..

A. 1/K C. 1/ÖK E. ½ K

B. K^2 D. ÖK

19. 0,1 mol gas asam klorida dimasukkan kedalam wadah dengan volume 1 liter. Jika kemudian gas tersebut terurai sesuai persamaan reaksi :

$2\ HCl(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Cl_2(g)$

Setelah tercapai kesetimbangan diperoleh H_2 sebanyak 0,02 mol. Maka besar tetapan kesetimbangan adalah....

A. 1/36
B. 1/18
C. 1/9
D. 9
E. 18

20. Dalam suatu wadah dengan volume 1 liter terjadi kesetimbangan dengan reaksi : $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$

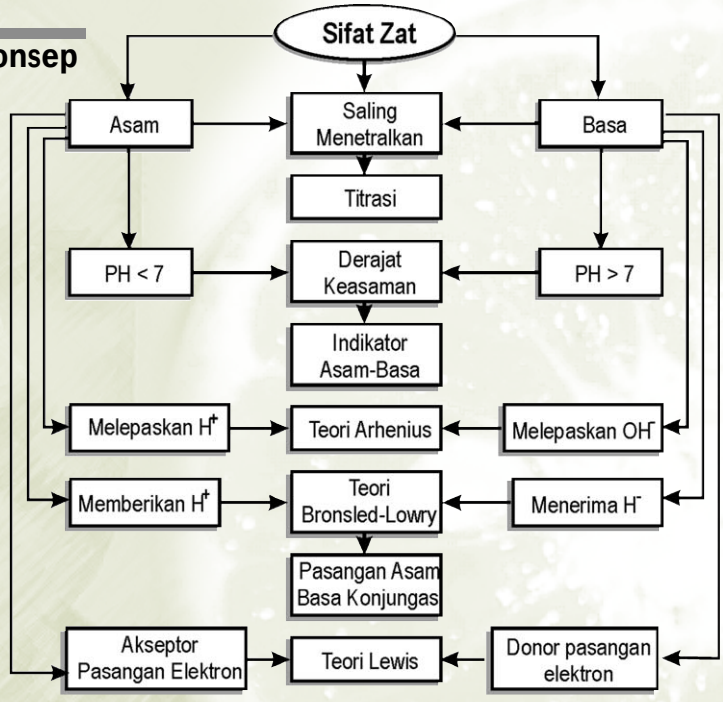
Pada permulaan reaksi jumlah mol CO = 0,1 mol dan H_2O = 0,1 mol. Jika harga tetapan kesetimbangan K = 16,0. Maka jumlah mol dari gas CO_2 yang diperoleh adalah.......

A. 0,08 mol
B. 0,02 mol
C. 0,0047.
D. 0,008 mol
E. 0,0095 mol

Bab

Asam dan Basa

Peta Konsep



Istilah asam berasal dari bahasa Latin "asamus" yang berarti masam, yang melihat keadaan beberapa asam yang berbau sangat tajam dam rasanya yang masam. Cuka berasa masam karena merupakan larutan asam asetat. Jus lemon berasa asam karena mengandung asam sitrat. Susu dapat berubah menjadi asam ketika basi karena terbentuknya asam laktat, dan bau asam yang tidak enak seperti bau mentega timbul akibat terbentuknya asam butirat dari lemak yang membusuk. Basa bersifat sebaliknya, berasa pahit, licin dan dapat menetralkan asam. Bagaimana Asam dan Basa dari sudut pandang beberapa ilmuwan lebih lanjut? Apa pengaruh teori-teori tersebut pada pemahaman sifat asam dan basa?

Kompetensi Dasar

- Siswa mampu mendeskripsikan teori-teori asam basa dengan menentukan sifat larutan dan menghitung pH larutan
- Siswa mampu menghitung banyaknya pereaksi dan hasil reaksi dalam larutan elektrolit dari hasil titrasi asam basa.

6.1. Definisi Asam dan Basa Arrhenius

Pada tahun 1884 *Svante Arrhenius* menyatakan bahwa garam seperti NaCl memisahkan diri ketika larut dalam air dan menghasilkan partikel yang dinamakan **ion**

$$\underset{\text{natrium klorida}}{NaCl(s)} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{ion natrium}}{Na^+(aq)} + \underset{\text{ion klor}}{Cl^-(aq)}$$

Tiga tahun kemudian *Arrhenius* menyatakan bahwa asam adalah molekul netral yang mengionisasi ketika larut dalam air dan memberikan ion H^+ dan ion negatif. Menurut teorinya, hidrogen klorida adalah asam karena dapat mengionisasi ketika larut dalam air dan memberikan ion hidrogen (H^+) dan klorida (Cl^-) seperti yang terlihat di bawah ini.

$$\underset{\text{hidrogen klorida}}{HCl(g)} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{ion hidrogen}}{H^+(aq)} + \underset{\text{ion Klor}}{Cl^-(aq)}$$

Asam Arrhenius mencakup senyawa seperti HCl, HCN dan H_2SO_4.

Arrhenius juga berpendapat bahwa basa adalah senyawa yang mengionisasi dalam air untuk memberikan ion OH^- dan ion positif. *NaOH* adalah basa menurut *Arrhenius* karena dapat memisahkan diri dalam air untuk memberikan ion hidroksida (OH^-) dan natrium (Na^+).

$$\underset{\text{natrium hidroksida}}{NaOH(s)} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{ion natrium}}{Na^+(aq)} + \underset{\text{ion hidroksida}}{^-OH(aq)}$$

Teori ini menjelaskan kenapa asam memiliki sifat yang serupa. Sifat yang khas dari asam dihasilkan dari keberadaan ion H^+. Ini juga menjelaskan kenapa asam menetralkan basa dan sebaliknya. Asam memberikan ion H^+, basa memberikan ion OH^-, sehingga ion tersebut membentuk air.

$$H+(aq) + {}^-OH(\boldsymbol{aq}) \longrightarrow \mathbf{H_2O(\boldsymbol{l})}$$

Sang Ilmuwan



Svante August Arrhenius (1859 –1927) *Arrhenius* lahir pada tanggal 19 Februari, sejak dari muda ia menonjol dalam perhitungan aritmetika, dan sangat tertarik pada matematika dan fisika. Pada tahun 1876 ia masuk universitas Uppsala mempelajari matematika, Kimia dan fisika. Pada tahun 1884 ia menulis tentang penelitiannya pada konduktivitas elektrolit. Dari hasil penelitiannya ini orang akhirnya tahu bahwa sifat elektrolit baru ada ketika dilarutkan ke dalam air. Pemikiran tentang hubungan antara sifat listrik dan afinitas zat kimia diperkenalkan oleh *Berzelius* dan dilengkapi dengan adanya publikasi dari *Arrhenius* diberi hadiah Nobel pada tahun 1903

Teori *Arrhenius* memiliki beberapa kekurangan.

- hanya dapat diaplikasikan dalam reaksi yang terjadi dalam air
- tidak menjelaskan mengapa beberapa senyawa, yang mengandung hidrogen dengan bilangan oksidasi +1(seperti HCl) larut dalam air untuk membentuk larutan asam, sedangkan yang lain seperti CH_4 tidak.
- tidak dapat menjelaskan mengapa senyawa yang tidak memiliki OH^-, seperti Na_2CO_3 memiliki karakteristik seperti basa.

6.2. Asam Basa Brønsted-Lowry

Johannes Bronsted dan Thomas Lowry pada tahun 1923, menggunakan asumsi sederhana yaitu: ***Asam memberikan ion*** **H^+** ***pada ion atau molekul lainnya, yang bertindak sebagai basa****. Contoh, disosiasi air, melibatkan pemindahan ion* H^+ dari molekul air yang satu dengan molekul air yang lainnya untuk membentuk ion H_3O^+ dan OH.

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

Reaksi antara HCl dan air menjadi dasar untuk memahami definisi asam dan basa menurut *Brønsted-Lowry*. Menurut teori ini, ketika sebuah ion H^+ ditransfer dari HCl ke molekul air, HCl tidak berdisosiasi dalam air membentuk ion H^+ dan Cl^-. Tetapi, ion H^+ ditransfer dari HCl ke molekul air untuk membentuk ion H_3O^+, seperti berikut ini.

$$HCl(g) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Cl(aq)$$

Sebagai sebuah proton, ion H^+ memiliki ukuran yang lebih kecil dari atom yang terkecil, sehingga tertarik ke arah yang memiliki muatan negatif yang ada dalam larutan. Maka, H^+ yang terbentuk dalam larutan encer, terikat pada molekul air. Model *Brønsted*, yang menyebutkan bahwa ion H^+ ditransfer dari satu ion atau molekul ke yang lainnya, ini lebih masuk akal daripada teori *Arrhenius* yang menganggap bahwa ion H^+ ada dalam larutan encer.

Dari pandangan model *Brønsted,* reaksi antara asam dan basa selalu melibatkan pemindahan ion H^+ dari donor proton ke akseptor proton. Asam bisa merupakan molekul yang netral.

$$HCl(g) + NH_3(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

Bisa ion positif

$$NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_2O(l)$$

Atau ion negatif

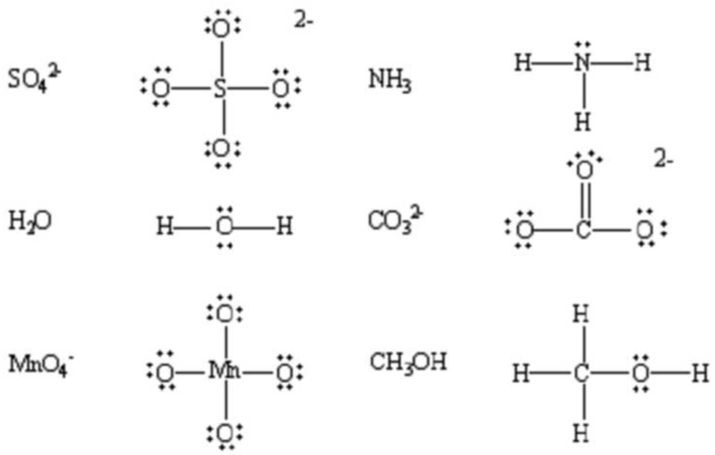
$$H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$

Senyawa yang mengandung hidrogen dengan bilangan oksidasi +1 dapat menjadi asam. Yang termasuk asam Brønsted adalah *HCl*, H_2S, H_2CO_3, H_2PtF_6, NH_4^+, HSO_4^-, and $HMnO_4$

Basa *Brønsted* dapat diidentifikasi dari struktur *Lewis.* Berdasarkan model *Brønsted*, sebuah basa adalah ion atau molekul yang dapat menerima proton. Untuk memahami pengertian ini, lihat pada bagaimana suatu basa seperti ion OH^- menerima proton.

$$H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$

Untuk membentuk ikatan kovalen dengan ion H^+ yang tidak memiliki elektron valensi, harus tersedia dua elektron untuk membentuk sebuah ikatan. Maka, hanya senyawa yang memiliki pasangan elektron bebas, yang dapat bertindak sebagai akseptor ion H^+ atau basa *Brønsted.*



Gambar 6.1 Struktur Lewis asam Bronsted-Lowry

Model Brønsted menambah jenis zat yang dapat bertindak sebagai basa, baik yang berbentuk ion ataupun molekul, selama senyawa tersebut memiliki satu atau lebih pasangan elektron valensi tak berikatan dapat menjadi basa *Brønsted.*

Tugas Mandiri

Dari beberapa senyawa di bawah ini, manakah yang merupakan asam *Brønsted*? Dan manakah yang merupakan basa *Brønsted*?

A. H_2O B. NH_3 C. HSO_4^- D. OH^-

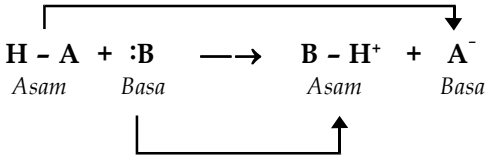
Teori Brønsted menjelaskan peranan air pada reaksi asam-basa. Air terdisosiasi membentuk ion dengan mentransfer ion H^+ dari salah satu molekulnya yang bertindak sebagai asam ke molekul air lain yang bertindak sebagai basa.

$$\underset{\text{asam}}{H_2O(l)} + \underset{\text{basa}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

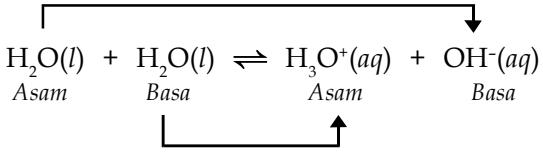
Asam bereaksi dengan air dengan mendonorkan ion H^+ pada molekul air yang netral untuk membentuk ion H_3O^+.

$$\underset{\text{asam}}{HCl(g)} + \underset{\text{basa}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

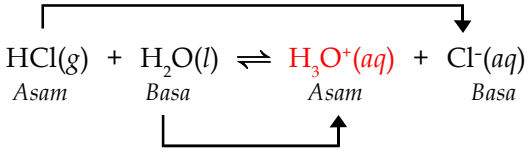
Karena reaksi asam basa merupakan reaksi yang reversibel, bagian yang terbentuk ketika suatu asam kehilangan proton cenderung bersifat basa, dan bagian yang menerima proton cenderung bersifat asam. Sebuah asam dan sebuah basa yang dihubungkan oleh sebuah proton disebut pasangan asam basa konjugasi.



Sehingga pada:



Terdapat pasangan asam basa konjugasi: H_2O - OH^- dan H_3O^+- H_2O, juga dalam reaksi pelarutan HCl:



dengan pasangan asam basa konjugasi: HCl-Cl^- dan H_3O^+- H_2O

Tugas Mandiri

Tentukan pasangan asam basa konjugasi dari reaksi berikut:

$$NH_3(aq) + H_3O^+(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + H_2O(l)$$

Model Brønsted bahkan dapat diperluas untuk reaksi yang tidak terjadi dalam larutan. Contoh yang paling klasik adalah reaksi antara gas hidrogen klorida dengan uap amoniak membentuk amonium klorida.Reaksi ini mencakup transfer ion H^+ dari HCl ke NH_3 dan kemudian reaksi asam basa terjadi melalui fasa gas.

Namun teori asam basa Brønsted-Lowry ini tidak dapat menjelaskan bagaimana suatu reaksi asam basa dapat terjadi tanpa adanya transfer proton dari

asam ke basa. Kekurangan ini kemudian mendorong peneliti lain, yaitu *G.N. Lewis* untuk mendefinisikan lebih lanjut asam dan basa ini

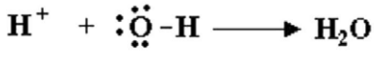
Sang Ilmuwan



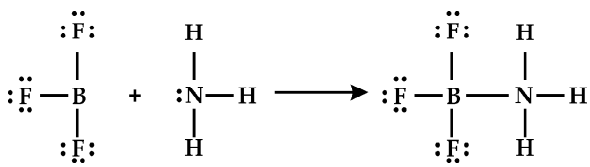
JOHANNES NICOLAUS BRØNSTED (1879- 1947) ahir pada 22 Februari pada tahun 1879 di *West Jutland*, Denmark. *Brønsted*, merupakan ahli kimia fisik yang dikenal dengan konsep asam basanya. *Brønsted* merupakan perumus sifat katalik dan kekuatan asam basa. Ia sangat tertarik mempelajari termodinamika, dan menjadi perintis studi termodinamika tentang interkonversi modifikasi belerang, namun ia juga mengerjakan penelitian dalam bidang larutan elektrolit. Pada tahun 1903 ia menikah dengan *Charlotte Louise Warberg*, yang merupakan ahli teknik perempuan pertama yang ada di Denmark

6.3. Asam Basa Lewis

Pada umumnya definisi asam-basa mengikuti apa yang dinyatakan oleh *Arrhenius* atau *Bronsted-Lowry,* tapi dengan adanya struktur yang diajukan *Lewis* muncul definisi asam dan basa baru. Asam *Lewis* didefinisikan sebagai spesi yang menerima pasangan elektron. Basa Lewis didefinisikan sebagai spesi yang memberikan pasangan elektron. Sehingga H^+ adalah asam *Lewis,* karena ia menerima pasangan elektron, sedangkan ^-OH dan NH_3 adalah basa *Lewis,* karena keduanya adalah penyumbang pasangan elektron.



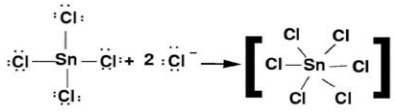
Yang menarik dalam definisi asam *Lewis* adalah, terdapat senyawa yang tidak memiliki hidrogen dapat bertindak sebagai asam. Contoh, molekul BF_3. Jika kita menentukan struktur *Lewis* dari BF_3, tampak B kurang dari oktet dan dapat menerima pasangan elektron., sehingga dapat bertindak sebagai asam *Lewis*. Akibatnya dapat bereaksi dengan amoniak sebagai berikut:



Dalam kenyataan molekul yang tidak mencapai oktet sering merupakan asam *Lewis* yang kuat karena molekul tersebut dapat mencapai konfigurasi oktet dengan menerima pasangan elektron tak berikatan.

Senyawa yang termasuk dalam perioda yang lebih bawah dari perioda dua dapat bertindak sebagai asam *Lewis* sangat baik, dengan memperbanyak susunan valensi terluar mereka. Akibatnya, $SnCl_4$ bertindak sebagai asam *Lewis* berdasarkan reaksi berikut:

$$SnCl_4(l) \quad + \quad 2Cl^-(aq) \longrightarrow \quad SnCl_6^{2-}(aq)$$



Atom pusat dikelilingi 12 elektron valensi, elektronnya menjadi lebih banyak dari 8.

6.4. Indikator Asam Basa

Jika kita ingin mengetahui apakah suatu senyawa bersifat asam, basa atau bahkan tidak keduanya cara yang paling mudah dan murah adalah dengan kertas lakmus. Apa itu lakmus? Lakmus berasal dari kata litmus yaitu sejenis tanaman yang dapat menghasilkan warna jika ada asam atau basa. Lakmus merupakan asam lemah, dan biasa ditulis sebagai Hlit. Ketika dalam air terbentuk :

$$HLit_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Lit^-_{(aq)}$$

Ketika berbentuk Hlit, berwarna merah dan ketika berbentuk ion berwarna biru. Untuk mengetahui bagaimana reaksinya ketika ada asam atau basa, maka kita gunakan asas Le Chatelier. Penambahan ion hidroksida (basa) :



Gambar 6.2 Perubahan warna lakmus oleh basa

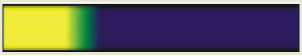
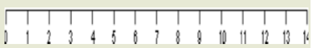
Penambahan ion hidrogen atau asam,



Gambar 6.3 Perubahan warna lakmus oleh asam

Namun kekuatan asam atau basa tidak dapat ditunjukkan oleh lakmus. Maka digunakan beberapa indikator lain yang memiliki perubahan warna berbeda jika pH atau kekuatan asamnya berbeda, misalnya *methyl orange* (metil jingga) yang akan berwarna kuning jika pH lebih besar dari 4,4 sehingga dapat mendeteksi asam lemah dan asam kuat dan fenolftalein yang berwarna merah jika ada basa kuat. Trayek pH beberapa indikator diantaranya :

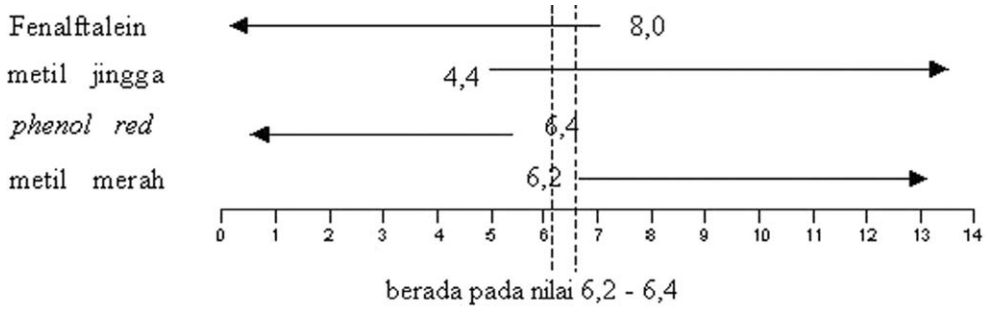
Tabel 6.2 Perubahan warna dan trayek pH indikator asam basa

Nama	Perubahan Warna	Trayek pH	Warna dalam	
			Asam	Basa
alizarin yellow		10.1-12.0	Kuning	Merah
Bromophenol blue		3.0-4.6	Kuning	Biru
Bromothymol blue		6.0-7.6	Kuning	Biru
Chlorophenol red		4.8-6.4	Kuning	Merah
Dimethyl yellow		2.9-4.0	Merah	Kuning
Metacresol purple		1.2-2.87.6-9.2	MerahKuning	Kuning Ungu
Metanil yellow		1.2-2.4	Merah	Kuning
Methyl green		0.2-1.8:	Kuning	Biru
Methyl orange		3.1-4.4	Jingga	Kuning
Methyl red		4.4-6.2	Merah	Kuning
Phenolphthalein		8.0-9.8	Bening	Pink
Phenol red		6.4-8.2	Kuning	Merah
Thymolphthalein		9.3-10.5	Bening	Biru
Thymol blue		1.2-2.88.0-9.6	MerahKuning	Kuning Biru
				

Contoh Soal:

Suatu senyawa ketika dicoba dengan beberapa indikator *pH* menunjukkan data sebagai berikut, Fenolftalein tak berwarna, metil jingga berwarna kuning, *phenol red* kuning, metil merah kuning. Tentukanlah berapa perkiraan pH larutan tersebut.

Jawab:



berada pada nilai 6,2 - 6,4

Tugas Mandiri

Suatu senyawa ketika dicoba dengan beberapa indikator pH menunjukkan data sebagai berikut, timolftalein tak berwarna, *phenol red* merah, *metacresol purple* berwarna ungu dan *thymol blue* berwarna biru. Tentukanlah berapa perkiraan pH larutan tersebut.

Penggunaan beberapa buah indikator untuk mengetahui *pH* satu jenis larutan dinilai kurang efektif, karena banyaknya zat, memerlukan biaya cukup mahal untuk diidentifikasi keasamannya. Untuk itu dibuatlah indikator universal, yang secara praktis menunjukkan warna tertentu untuk nilai *pH* tertentu. Indikator ini pun dapat dibuat dalam bentuk lembaran kertas yang efisien.

Buktikan

pH dan kekuatan asam/ basa



NaCl | Na-asetat | amonium asetat | amoniuim klorida

Alat yang digunakan : Cawan petri, pipet tetes

Bahan yang digunakan : Indikator universal, asam sulfat 0,1M, asam klorida 0,1 M, asam asetat 0,1M, *NaOH* 0,1 M, $Ba(OH)_2$ 0,1 M dan amoniak 0,1M

Lakukan langkah kerja sebagai berikut :

- Ambil sedikit larutan asam sulfat dengan menggunakan pipet tetes, masukkan ke dalam cawan petri lalu masukkan indikator, lihat perubahan warna yang terjadi lalu samakan dengan pembanding pada bungkus indikator. Ulangi untuk larutan yang lain dengan cawan dan indikator yang berbeda.
- Catat hasil pengamatanmu dan buat kesimpulan dari data tersebut

6.5. Derajat Disosiasi Asam dan Basa

Dalam larutan elektrolit kuat, zat-zat elektrolit terurai seluruhnya menjadi ion-ionnya (ionisasi sempurna) dan dalam larutan elektrolit lemah, zat-zat elektrolit hanya sebagian saja yang terurai menjadi ion-ionnya (ionisasi sebagian). Sedangkan zat-zat nonelektrolit dalam larutan tidak terurai menjadi ion-ion.

Berikut ini, beberapa contoh reaksi ionisasi untuk elektrolit kuat.

$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

$H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow 2H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

$NaOH + H_2O \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

$Ca(OH)_2 + H_2O \longrightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

Jumlah zat elektrolit yang terionisasi dibandingkan dengan jumlah zat semula dapat dinyatakan dengan *derajat disosiasi* (a) dan ditulis dengan rumus berikut ini.

$$\alpha = \frac{Mol\ zat\ terionisasi}{Mol\ zat\ mula - mula}$$

Berdasarkan rumus di atas, maka nilai a untuk:

1. Elektrolit kuat, $\alpha = 1$
2. Elektrolit lemah, $0 < \alpha < 1$
3. Non-elektrolit, $\alpha = 0$

Suatu asam atau basa yang merupakan suatu elektrolit kuat disebut asam atau basa kuat. Dengan demikian jika asam merupakan elektrolit lemah, maka ia merupakan asam lemah, karena hanya mengandung sedikit ion H^+, demikian juga dengan basa lemah akan terdapat sedikit ion ^-OH.

6.6. Derajat Keasaman, *pH*

Kita terkadang menemukan zat yang rasanya sangat asam dan sedikit asam, atau menemukan zat asam yang kekuatan merusaknya besar dan ada yang hanya menimbulkan gatal di kulit saja. Berdasarkan kemampuan ionisasi dan kadar ion H^+, larutan asam dan basa terbagi dalam kelompok asam dan basa kuat, serta asam dan basa lemah. Kita memerlukan nilai tertentu untuk mengukur kekuatan asam atau basa tersebut, dan untuk saat ini kita menggunakan besaran *pH*, untuk menentukan derajat keasaman suatu larutan.

1. Hubungan Konsentrasi Asam dengan Harga *pH*

Larutan asam kuat terionisasi sempurna sehingga harga α-nya = 1. Untuk menentukan $[H^+]$ pada asam, perhatikan contoh soal berikut ini.

Contoh:

Berapa konsentrasi H^+ dalam 500mL larutan *HCl* 0,1M?

Jawab:

Reaksi ionisasi: $HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$[H^+] = [HCl] = 0,1$ M

Tugas Mandiri

Dengan pemahaman terhadap reaksi ionisasi asam. Tentukan jumlah konsentrasi H^+ yang ada pada

a. 200 mL larutan HBr 0,4 M

b. 100 mL larutan H_2SO_4 0,5 M

Larutan asam lemah mempunyai daya hantar listrik yang lemah karena jumlah ion-ionnya relatif sedikit. Reaksi ionisasi asam lemah merupakan reaksi kesetimbangan.

Perhatikan reaksi kesetimbangan asam lemah HA:

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

adalah konstanta kesetimbangan asam.

Karena $[H^+] = [A^-]$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]}$$

$$[H^+]^2 = K_a[HA]$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a[HA]}$$

Contoh:

Tentukan konsentrasi ion H^+ yang terdapat dalam 250 mL larutan HCN 0,15 M jika harga K_a $HCN = 5 \times 10^{-10}$

Jawab:

$$HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$$

	$HCN(aq)$	$H^+(aq)$	$CN^-(aq)$
Mula-mula	0,15	0	0
Terionisasi	x	x	x
setimbang	(0,15-x)	x	x

$$K_a = \frac{x^2}{(0{,}15 - x)}$$

Karena x sangat kecil, maka

$$K_a = \frac{x^2}{0{,}15}$$

$$x = \sqrt{K_a \times 0{,}15}$$

$[H^+] = x = 8{,}7 \times 10^{-6}$ M

Setiap asam lemah memiliki harga tetapan ionisasi asam (Ka). Harga Ka menyatakan ukuran kekuatan asam, makin besar harga makin banyak yang terionisasi (a makin besar) artinya asam tersebut makin kuat.

Tugas Mandiri

Dari pengukuran hantaran listrik ternyata derajat ionisasi asam cuka 0,1 M adalah 1%. Berapa harga asam cuka tersebut?

Konsentrasi ion H^+ dalam larutan dapat menunjukkan derajat keasaman suatu larutan dengan menyatakannya dalam bentuk pH. pH didefinisikan sebagai negatif logaritma dari konsentrasi ion H^+.

$$pH = -\log [H^+]$$

$$-pH = \log[H^+]$$

$$10^{-pH} = [H^+]$$

Berapakah pH larutan netral pada suhu 25°C ?

Pada kondisi tersebut konsentrasi ion hidrogen adalah 1,0 ´ 10^{-7}M, sehingga:

$$\boldsymbol{pH = -\log(1.0 \times 10^{-7}) = -(-7.0) = 7.0}$$

Berapakah pH larutan asam ?

Ketika asam dilarutkan konsentrasi ion H^+ akan meningkat, jika dalam larutan netral 1,0 x 10^{-7}M, maka dalam larutan asam akan lebih besar dari 1,0 x 10^{-7}M. Contoh larutan dengan $[H^+]$ = 1 x 10^{-6}M akan bersifat asam. Maka nilai pHnya :

$$\boldsymbol{pH = -\log(1.0 \times 10^{-6}) = -(-6.0) = 6.0}$$

Untuk menghitung nilai pH, cara yang paling mudah adalah dengan menggunakan istilah mula-mula, yang berubah dan saat kesetimbangan:

Contoh

Tentukan pH asam bromida (HBr) dengan konsentrasi 0,25 M.

Jawab:

	$HBr(aq)$	$\longrightarrow$	$H^+(aq)$	+	$Br^-(aq)$
Awal	: 0,25 M		0 M		0 M
Perubahan reaksi	: - 0,25		+ 0,25		+ 0,25
Kesetimbangan	: 0		0,25		0,25

Maka kita ketahui $[H^+]$ = 0,25 M

$$pH = -\log [H^+]$$
$$= -\log (0{,}25)$$
$$= 0{,}60$$

Hubungan konsentrasi asam lemah dengan *pH* tidak seperti asam kuat. Asam lemah dalam air tidak terurai sempurna karena terjadi reaksi kesetimbangan sehingga mempunyai harga konstanta kesetimbangan (K_a).

Contoh :

Berapa harga *pH* larutan CH_3COOH 2 M jika harga asam = 1,8 x 10^{-5}

Jawab:

	CH_3COOH	$\longrightarrow$	CH_3COO^-	+	H^+
Mula-mula	: 2 M		M		0 M
Perubahan reaksi	: $-x$		x		x
kesetimbangan	: $2 - x$		x		x

$[CH_3COO^-] = [H^+] = x$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times [CH_3COOH]}$$

$$= \sqrt{1{,}8 \times 10^{-5} \times 2}$$

$$[H^+] = 4 \times 10^{-3}$$
$$pH = -\log [H^+]$$
$$= -\log (4 \times 10^{-3})$$
$$= 3 - \log 4$$

Tugas Mandiri

Dengan menggunakan reaksi kesetimbangan pada asam lemah, tentukanlah *pH* asam asetat 0,30 M. Diketahui asam asetat 1,8 x 10^{-5}.

1. Hubungan Konsentrasi Basa dengan Harga *pH*

Basa kuat dalam larutannya akan terionisasi sempurna. Untuk menentukan konsentrasi OH^- pada basa kuat, perhatikan contoh soal berikut ini.

Contoh :

Berapa konsentrasi OH^- dalam 100mL $Ca(OH)_2$ yang mempunyai konsentrasi 0,2M?

Jawab:

Reaksi: $Ca(OH)_2(aq) \longrightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

$$[OH^-] = 2.[Ca(OH)_2]$$
$$= 2\ (0{,}2M)$$
$$= 0{,}4\ M$$

Tugas Mandiri

Dengan pemahaman terhadap reaksi ionisasi basa. Tentukan jumlah konsentrasi OH^- yang ada pada:

a. $NaOH$ dengan konsentrasi 0,3 M
b. $Al(OH)_3$ dengan konsentrasi 0,1 M

Reaksi ionisasi basa lemah merupakan reaksi kesetimbangan, maka harga konstanta kesetimbangan basanya (K_b) dapat ditentukan berdasarkan persamaan reaksi ionisasinya. Basa lemah sukar larut dalam air, satu-satunya basa lemah yang larut baik dalam air adalah NH_4OH (larutan ammonia).

Untuk menentukan konsentrasi OH^- sama dengan cara menentukan H^+. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut.

$$NH_4OH \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$$

Karena $[OH^-] » [NH_4^+]$ maka

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{[NH_4OH]}$$

NH_4OH yang terurai sangat sedikit, maka:

$[NH_4OH]$ sisa » $[NH_4OH]$ mula-mula

Sehingga

$$[OH^-] = \sqrt{K_b\ [NH_4OH]}$$

atau secara umum : $[OH^-] = \sqrt{K_b\ [Basa]}$

Tugas Mandiri

Amoniak adalah basa lemah, yang mengalami ionisasi sebagian. Jika K_b amoniak besarnya 1,8 x 10^{-5}, tentukanlah konsentrasi OH^- dalam larutan NH_4OH 2 M

Dan berapakah pH larutan basa?

Larutan basa akan memiliki konsentrasi ion hidroksida $[OH^-]$ lebih besar dari 1,0 ´ 10^{-7}M, contoh larutan dengan $[OH^-] = 1.0 \cdot 10^{-5}$M, memiliki sifat basa. Maka pH larutan ini :

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

$$= \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,0 \times 10^{-5}} = 1,0 \times 10^{-9}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$= -\log(1,0 \times 10^{-9}) = 9,0$$

Atau dapat digunakan cara dari rumus *pOH*, dimana

$$pOH = -\log [OH^-]$$

dengan definisi K_w

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$-\log(K_w) = (-\log([H^+]) - \log([OH^-]) = 14$$

$$-\log(K_w) = pH + pOH = 14$$

atau $$pH = 14 - pOH$$

Sehingga untuk $[OH^-] = 1,0 \times 10^{-5}$M,

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$= -\log (1,0 \times 10^{-5}\text{M}) = 5$$

$$pH = 14 - 5 = 9$$

Contoh :

Tentukan *pH* larutan basa kuat $Ba(OH)_2$ dengan konsentrasi 0,005 M

Jawab :

		$Ba(OH)_2(aq) \longrightarrow$	$Ba^{2+}(aq)$ +	$2\ OH^-(aq)$
Mula-mula	:	0,005 M	0 M	0 M
Perubahan reaksi	:	- 0,005	+ 0,005	+ 0,01
Kesetimbangan	:	0	0,005	0,01

Maka kita ketahui $[OH^-]$ = 0,01 M

$pOH = -\log(0{,}01) = 2$

$pH = 14 - 2 = 12$

Basa lemah dalam air tidak terurai sempurna karena mempunyai reaksi kesetimbangan

Contoh :

Berapakah harga pH larutan NH_4OH 0,02 M jika harga $K_b = 1{,}8 \times 10^{-5}$?

Jawab:

		$NH_4OH \longrightarrow$	NH_4^+	+ OH^-
Mula-mula	:	2 M	0 M	0 M
Perubahan reaksi	:	$-x$	x	x
Kesetimbangan	:	$2 - x$	x	x

$[NH_4^+] = [OH^-] = x$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b\,[NH_4OH]}$$

$$= \sqrt{1{,}8 \times 10^{-5} \times 0{,}02}$$

$= 4 \times 10^{-4}$

$pOH = -\log 4 \times 10^{-4}$

$= 4 - \log 4$

$pH = 14 - (4 - \log 4)$

$= 10 + \log 4$

Tugas Mandiri

Dengan menggunakan reaksi kesetimbangan pada basa lemah, tentukanlah pH larutan NH_4OH 0,15 M jika harga K_b = 1,8 ´ 10^{-5}.

6.7. Titrasi Asam Basa

Titrasi adalah teknik laboratorium dimana kita dapat menentukan konsentrasi suatu zat yang tidak diketahui, dengan pereaksi lain yang konsentrasinya ditentukan. Pada umumnya masih dilakukan cara titrasi yang sederhana, dengan menggunakan gelas kimia, dan Biuret.

Jika kita membeli asam cuka di pasar, atau di toko maka kita tidak pernah menemukan ukuran kandungan asam dalam bentuk kemolaran seperti yang kita pelajari. Namun dalam botol masih tercantum kadar cuka berupa persen volume.

Untuk itu kita coba mengukur berapa konsentrasi asam cuka sehingga dapat diketahui kebenaran kandungannya

Contoh :

Untuk mengetahui % asam cuka dilakukan dengan titrasi 2mL larutan asam cuka dan memerlukan 35 mL larutan *NaOH* 0,1M. massa jenis larutan 950 g/L.

a. Tentukan kemolaran asam cuka!

b. Berapa % kadar asam cuka tersebut?

Jawab:

a. $M_{asam} = \frac{V_{basa} \times M_{basa}}{V_{asam}}$

$= \frac{35 \times 0,1}{2} = 1,75M$



Gambar 6.4 Susunan Alat Titrasi Sederhana

b. Dalam 1 liter larutan cuka terdapat 1,75 x 60 gram cuka = 105 gram cuka. Berat 1 liter larutan = 950 gram. Maka kadar asam cuka = $\frac{105}{950}$ X 100% = 11,05%

Buktikan

Penentuan Konsentrasi Asam Cuka

Alat yang digunakan : Buret, labu Erlenmeyer, statif, gelas ukur, botol semprot

Bahan yang digunakan :Larutan asam cuka 30% (tergantung yang kamu temukan indikator fenolftalein, Larutan NaOH 0,01 M.

Lakukan percobaan dengan langkah sebagai berikut :

- Bersihkan semua alat yang digunakan dengan sabun, kemudian dengan air dan terakhir dibilas dengan 5 mL larutan yang digunakan.
- Ambil 25 ml larutan asam cuka dan masukkan ke dalam labu Erlenmeyer
- Jangan lupa tambahkan indikator ke dalam larutan dalam Erlenmeyer
- Masukkan 50 mL larutan *NaOH* 0,1 M pada buret (sampai pada garis 0 mL pada buret bagian atas)
- Lakukan titrasi dengan meneteskan *NaOH* perlahan-lahan sehingga ditemukan titik akhir titrasi (titik ekivalen).
- Catat volume yang kamu peroleh dari hasil titrasi
- Tentukan konsentrasi larutan asam cuka sebagai berikut :
- Kamu buat kesimpulan berikut :

Pada saat titrasi, kita menemukan titik akhir titrasi. Pada titik akhir titrasi ini jumlah mol ekivalen antara zat yang dititrasi dan penitrasi sama dan ditunjukkan dengan perubahan warna indikator asam basa, setelah diketahui volumenya kita dapat melakukan perhitungan

Contoh :

Larutan *HCl* 0,3M dititrasi dengan larutan *NaOH*. Ternyata titik akhir titrasi tercapai bila 10 mL larutan *HCl* memerlukan 75 mL larutan *NaOH*. Tentukan kemolaran larutan *NaOH*!

Jawab: $V_{asam} \times M_{asam} = V_{basa} \times M_{basa}$

$$M_{basa} = \frac{M_{asam} \times V_{asam}}{V_{basa}}$$

$$= \frac{10 \times 0,3}{75}$$

$$= 0,04 \text{ M}$$

Tugas Mandiri

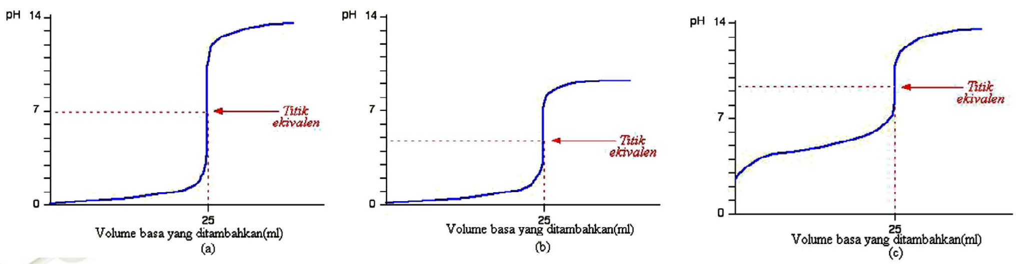
Hitunglah kemolaran (konsentrasi) larutan asam asetat jika 34,57 mL larutan ini diperlukan untuk menetralkan 25,19 mL larutan natrium hidroksida

$CH_3COOH\ (aq) + NaOH\ (aq) \longrightarrow Na^+(aq) + CH_3COOH(aq) + H_2O\ (l)$

Saat titrasi, digunakan indikator untuk mengetahui kapan asam dan basa akan bercampur dengan komposisi yang tepat seimbang untuk saling menetralkan. Ketika warna indikator berubah, sering dikatakan sebagai titik akhir titrasi.

Untuk membuat kurva titrasi dapat dilakukan dengan melakukan titrasi asam basa dari larutan asam dan basa yang memiliki konsentrasi 1 M, dan dengan volume 25 mL. Satu larutan asam dalam labu Erlenmeyer dan yang lain dalam buret.

Bentuk kurva titrasi yang akan dihasilkan sangat beragam tergantung kamu campurkan apakah asam kuat dengan basa kuat, atau asam kuat dengan basa lemah, asam lemah dengan basa kuat atau asam lemah dan basa lemah. Berikut beragam kurva yang akan dihasilkan



Gambar 6.5 Kurva titrasi asam basa (a) asam kuat oleh basa kuat (b) asam kuat oleh basa lemah (c) asam lemah oleh basa kuat.

Tugas Mandiri

Bagaimana bentuk kurva titrasi asam lemah dan basa lemah? Coba buat perkiraan dari tiga kurva yang sudah ada, kemudian kamu bandingkan dengan kurva dari buku sumber literatur lain, atau kamu dapat mencarinya di internet. Catatan :Cara yang termudah adalah masuk ke http://www.google.com, kemudian kamu cari dengan kata kunci "titration""curve"



Peduli pada Duniamu

Di lingkunganmu mungkin terdapat sungai atau danau, coba kamu perhatikan hewan apa saja yang ada dan tumbuhan apa yang tumbuh di sekitarnya, kamu ukur pH nya. Lalu kamu telusuri pengaruh pH air terhadap kehidupan dalam ekosistem air tersebut. Ekosistem air yang baik harus memiliki kadar BOD dan kadar COD tertentu. Apa yang dimaksud dengan BOD dan COD, coba kamu pelajari di perpustakaan atau melalui internet. Bagaimana pengaruhnya pada kehidupan makhluk hidup dalam ekosistem air. Kemudian kamu susun semua data dan hasil studi literaturmu dalam suatu makalah yang berisi usulan atau pemikiranmu terhadap upaya pemeliharaan lingkungan hidup.

Rangkuman

- Menurut Arrhenius, dasar dari asam dan basa adalah keberadaan ion H^+ dan ion OH^-. Suatu zat yang mengandung hidrogen, ketika ikatan kovalen antara atom hidrogen dan atom lainnya putus, maka akan terbentuk ion H^+, dan zat tersebut disebut asam, sedangkan basa adalah yang melepaskan ion OH^-.
- Menurut Bronsted-Lowry, asam adalah donor proton, sedangkan basa merupakan akseptor proton

$$H\text{-}A \quad + \quad :B \longrightarrow \quad B\text{-}H^+ \quad + \quad A^-$$

Asam *Basa*

- Karena reaksi asam basa merupakan reaksi yang reversibel, bagian yang terbentuk ketika suatu asam kehilangan proton cenderung bersifat basa, dan bagian yang menerima proton cenderung bersifat asam.

- Sebuah asam dan sebuah basa yang dihubungkan oleh sebuah proton disebut pasangan asam basa konjugasi.
- Asam *Lewis* didefinisikan sebagai spesi yang menerima pasangan elektron. Basa Lewis didefinisikan sebagai spesi yang memberikan pasangan elektron.
- Suatu asam atau basa kuat merupakan suatu elektrolit kuat, sedangkan asam dan basa lemah merupakan elektrolit lemah, mengandung sedikit ion H^+ ion OH^-.
- Konsentrasi ion H^+ menunjukkan derajat keasaman suatu larutan dinyatakannya sebagai pH. pH didefinisikan sebagai negatif logaritma dari konsentrasi ion H^+.

$$\mathbf{pH = -log\ [H^+]}$$

- Indikator asam basa merupakan alat ukur keberadaan asam atau basa, bahkan untuk menunjukkan derajat keasaman dengan menunjukkan nilai pH suatu larutan. Indikator yang biasa digunakan adalah kertas lakmus, larutan indikator dan indikator universal

1. Definisikan asam basa menurut:
   a. Boyle
   b. Arrhenius
   c. Bronsted-Lowry
   d. Lewis
2. Tunjukkan pasangan asam-basa pada reaksi asam-basa berikut:
   $H_3O^+ + CO_3^{2-} \longrightarrow H_2O + HCO_3^-$
3. Tentukan pH untuk setiap larutan berikut:
   a. Es jeruk yang punya konsentrasi ion hidronium $3,2 \times 10^{-4}$M
   b. Larutan sabun yang memiliki konsentrasi ion hidronium $2,0 \times 10^{-10}$M
   c. Plasma darah yang memiliki konsentrasi ion hidronium $4,1 \times 10^{-8}$M
4. Suatu asam lemah diketahui memiliki pH 5,8 jika asam tersebut ternyata adalah asam cuka berapa konsentrasi asam cuka tersebut.
5. Tentukan konsentrasi basa lemah NH_4OH pH 8,0 jika Ka $1,0 \times 10^{-5}$.
6. Tentukan konsentrasi dari ion Cu^{2+} dalam larutan yang terbentuk dari 1,25 gram $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ dalam 50,0 ml larutan yang terbentuk.
7. Bagaimana cara membuat 2,50 liter larutan asam sulfat 0,36 M dari asam sulfat pekat 18,0 M ?

8. Tuliskan dalam bentuk persamaan ion reaksi yang setara antara zat-zat berikut:
   a. larutan asam klorida ditambah dengan larutan *KOH*
   b. Larutan *NaOH* ditambahkan pada $NaHCO_3$
   c. Larutan NH_3 ditambahkan pada larutan *NaOH*
9. Ketika kalium dikromat ditambahkan pada HCl terjadi reaksi :

   $K_2Cr_2O_7(g) + 14HCl(aq) \longrightarrow 2K^+(aq) + 2Cr^{3+}(aq) + 8Cl^-(aq) + 7H_2O\ (l) + 3Cl_2(g)$

   Jika digunakan 6,2 gram $K_2Cr_2O_7$ dan HCl 1,5 M dititrasi sebanyak 100 mL. Tentukan konsentrasi ion Cr^{3+} yang terbentuk.
10. Larutan asam oksalat, $H_2C_2O_4$ dititrasi dengan larutan natrium hidroksida dan reaksinya adalah:

    $H_2C_2O_4(aq) + 2\ OH^-(aq) \longrightarrow 2\ H_2O(l) + C_2O_4^{2-}(aq)$

    Tentukan pH dari asam oksalat jika larutan tersebut menghabiskan 25,6 mL NaOH 0,1 M

Rearrangement this word!

R B O T R E B Y L E

Name of one scientist who give a define about acid and base

R A R E N H S U I

Name of one scientist that his birthday is February 19th in 1859

H O R E B R O O K E T

Who met Boyle when he demonstrated the air pump work?

V E R I C I A S A U N L I R O D T A

Something we use if we want to know the pH value of one solution

Uji Kompetensi

1. Suatu hasil analisa menyatakan sebagai berikut :

zat	pH	zat	pH
1. isi lambung	2	4. sari buah anggur	4
2. urine	6	5. isi jeroan	8
3. darah	7	6. susu sapi	7

Maka yang merupakan suatu asam adalah……

A. 1 dan 2
B. 3 dan 6
C. 3, 5 dan 6
D. 1, 2 dan 4
E. 2,3 dan 6

2. Diketahui reaksi ionisasi :

$Ca(OH)_2(aq) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq)$

Bila dalam 100 mL larutan terdapat 0,37 gram $Ca(OH)_2$ (Mr=74) berapa pH larutan?

A. 1
B. 2
C. 2-log 5
D. 12
E. 13

3. Data trayek pH dan perubahan warna indikator :

Indikator	Warna	Trayek pH
Metil jingga	Merah-kuning	3,1 – 4,1
Metil merah	Merah-kuning	4,4 – 6,2
Bromtimol biru	Kuning-biru	6,0 –7,6
Phenolphtalein	Tak berwarna-merah	8,3 – 10,0

Bagaimanakah warna indikator metil jingga dan dan phenolphtalein dalam larutan ammonium klorida ?

A. Merah- Kuning
B. Kuning-Kuning
C. Jingga – Biru
D. Kuning-Tak berwarna
E. Kuning- Merah

4. Spesi H_2O yang yang berfungsi sebagai basa menurut Bronsted Lowry, terdapat pada :

A. H_2SO_4 *(aq)* + H_2O*(l)* ⇌ HSO_4 *(aq)* + H_3O^+*(aq)*

B. NH_4^+ *(aq)* + H_2O*(l)* ⇌ H_3O^+(*(aq)* + NH_3*(aq)*

C. CO_3^{2-} *(aq)* + H_2O*(l)* ⇌ HCO_3^-(*(aq)* + OH^-(*(aq)*

D. HCl *(aq)* + H_2O*(l)* ⇌ Cl *(aq)* + H_3O^+*(aq)*

E. $H_2PO_4^-$ + + H_2O*(l)* ⇌ HPO_4 *(aq)* + H_3O^+*(aq)*

5. Kelompok senyawa hidroksida yang merupakan asam adalah......

A. $Al(OH)_3$;$Si(OH)_{2-}$; $PO(OH)_3$

B. $Si(OH)_{2-}$; $SO_2(OH)_2$; $Mg(OH)_2$

C. $PO(OH)_3$;$SO_2(OH)_2$; $ClO_3(OH)$.

D. $ClO_3(OH)$; $PO(OH)_3$;$SO_2(OH)_2$

E. $ClO_3(OH)$; $SO_2(OH)_2$;$Mg(OH)_2$

6. Hasil percobaan warna lakmus dalam larutan.

Larutan	Lakmus Merah	Lakmus Biru
1.	Merah	Merah
2.	Biru	Biru
3.	Merah	Merah
4.	Merah	Biru
5.	Biru	Biru
6.	Merah	Merah

Berdasarkan data di atas maka larutan yang bersifat basa adalah....

A. 2 dan 5

B. 2, 4 dan 5

C. 3,5 dan 6

D. 1, 3 dan 6

E. 2, 4 dan 6

7. Larutan 0,74 gram $Ca(OH)_2$ (M_r = 74) dalam 2 L air, mempunyai pH ....

A. 2 – log 2

B. 13 – log 2

C. 12 + log 2

D. 12

E. 2

8. Data hasil pengujian larutan dengan kertas lakmus merah dan biru :

Larutan	P	Q	R	S	T
Warna lakmus merah dalam larutan	merah	biru	merah	merah	biru
Warna lakmus biru dalam larutan	merah	biru	merah	biru	biru

Dari data tersebut bahwa larutan yang mengandung ion H^+ ialah....

A. P dan S
B. P dan R
C. Q dan T
D. Q dan S
E. S dan T

9. Tabel harga Ka beberapa asam berikut :

asam	HA	HB	HC	HD	HE
kA	$6{,}2 \cdot 10^{-8}$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	$7{,}0 \cdot 10^{-4}$	$6{,}7 \cdot 10^{-5}$	$9{,}6 \cdot 10^{-7}$

Yang paling kuat diantara asam-asam tersebut adalah...

A. HA
B. HC
C. HE
D. HB
E. HD

10. Reaksi berikut :

$$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + PO_4^{3-}$$

Pasangan asam-basa konjugasinya adalah :

A. H_3O^+ dan PO_4^{3-}
B. HPO_4^{2-} dan H_2O
C. HPO_4^{2-}dan PO_4^{3-}
D. H_2O dan PO_4^{3-}
E. H_3O^+ dan HPO_4^{2-}

11. Pasangan asam lemah yang tepat adalah....

A. H_3PO_4 dan HCl
B. H_2SO_4 dan $Ca(OH)_2$
C. NaOH dan H_2SO_4
D. CH_3COOH dan HCl
E. CH_3COOH dan H_3PO_4

12. 100 cm^3 larutan HCl 0,1 M ditambah air sampai volume larutan menjadi 250 cm^3. Perubahan harga pH larutan HCl setelah diencerkan adalah dari...

A. 2 menjadi 3 - log 25
B. 1 menjadi 2 - log 6,7
C. 1 menjadi 2 - 2log 2
D. 2 menjadi 2 - log 2
E. 1 menjadi 3 - log 25

13. Tabel harga Ka dari beberapa asam lemah :

No.	1.	2.	3.
Asam	HX	HY	HZ
Ka	$7{,}2 \times 10^{-10}$	$1{,}8 \times 10^{-10}$	$6{,}7 \times 10^{-5}$

Urutan asam dari kuat ke lemah yang benar berdasarkan tabel adalah…..

A. HY – HY – HZ
B. HY – HZ – HX
C. HZ – HX – HY
D. HZ – HX – H Y
E. HX – HZ – HY

14. Molekul yang tidak bisa menjadi basa menurut Lewis adalah

A. NH_3
B. BF_3
C. H_2O
D. CH_3OH
E. SO_2

15. Dari reaksi berikut :

$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

Pasangan asam-basa konjugasi yang tepat adalah……

A. $NH_3(aq)$ dan H_2O (l)
B. $NH_3(aq)$ dan $NH_4^+(aq)$
C. NH_4^+ (aq) dan $OH^-(aq)$
D. $NH_3(aq)$ dan OH^- (aq)
E. $H_2O(l)$ dan NH_4^+ (aq)

16. pH larutan basa lemah bervalensi satu = 10, maka konsentrasi ion OH^- dalam larutan adalah……

A. 10^{-11}M
B. 10^{-4}M
C. 10^{-2}M
D. 10^{-10}M
E. 10^{-3}M

17. $HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$

Yang merupakan basa Bronsted-Lowry ialah…..

A. H NO_3 dan H_3O^+
B. H_2O dan HNO_3
C. H_2O dan NO_3^-
D. H_2O dan H_3O^+
E. H NO_3 dan NO_3^-

18. 10 ml asam sulfat dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Bila ternyata diperlukan 20 ml larutan NaOH, maka kemolaran larutan asam tersebut adalah:

A. 0,075 M

B. 0,15 M

C. 0,30 M

D. 0,10 M

E. 0,20 M

19. Kalau 5 mL asam bervalensi 1, dengan konsentrasi 0,1 M dapat dinetralkan oleh 10 mL larutan KOH (Mr = 56) maka 1 liter larutan KOH tersebut mengandung :

A. 2,8 gram KOH

B. 0,28 gram KOH

C. 0,56 gram KOH

D. 1,4 gram KOH

E. 5,6 gram KOH

20. 20 ml 0,1 N larutan KOH dinetralkan dengan 20 ml 0,1 larutan asam asetat. Indikator yang paling tepat untuk digunakan adalah......

A. jingga metil(menunjukkan pH 3,1 – 4,4)

B. metil merah (menunjukkan pH 4,2-6,2)

C. bromtrimol biru (menunjukkan pH 6,0-7,6)

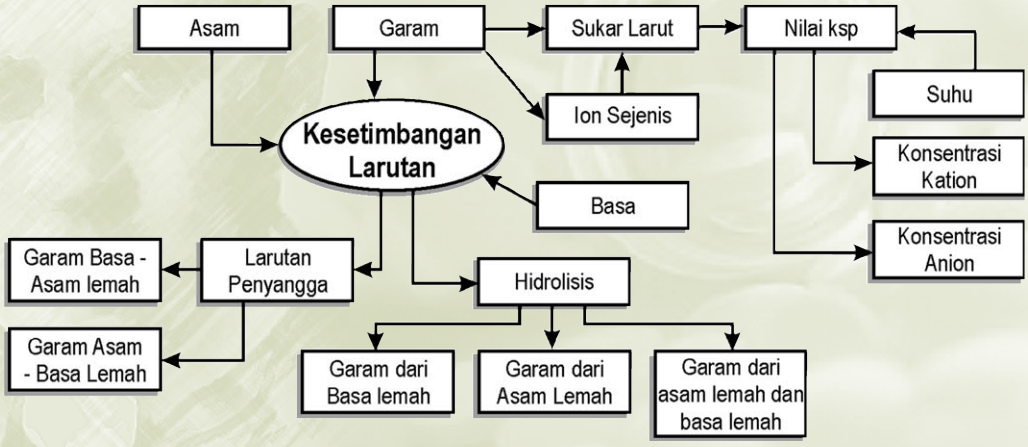
D. fenolttalein (menunjukkan pH 8-10)

E. bukan salah satu dari penunjuk diatas

Bab 7

Kesetimbangan Larutan

Peta Konsep



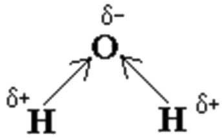
Pernahkah kamu berpikir bagaimana pengaruh obat-obatan dalam tubuhmu? Bagian dari tubuh kita ini 80% adalah air, di dalamnya terdapat berbagai jenis zat terlarut, mulai dari hemoglobin yang mengandung zat besi, ion kalsium, ion natrium dan berbagai zat lain yang terlarut dan membentuk ion tubuh. Zat-zat tersebut mengalami reaksi-reaksi kesetimbangan, sehingga tubuh kita dapat beraktivitas dengan normal. Ketika kita memasukkan obat ke dalam tubuh berarti kita memasukkan zat kimia yang akan bereaksi dalam tubuh kita dan dapat mengganggu kesetimbangan, hingga menimbulkan penyakit karena mengendap pada salah satu bagian tubuh kita seperti ginjal, hati, atau bagian tubuh yang lain.

Kompetensi Dasar

- Siswa mampu menggunakan kurva perubahan harga pH pada titrasi asam basa untuk menjelaskan larutan penyangga dan hidrolisis

7.1. Air dan nilai K_w

Karena oksigen (dengan keelektronegatifan =3,44) adalah lebih elektronegatif dibandingkan hidrogen (keelektronegatifan = 2,20), elektron dalam ikatan H-O dalam air tidak terbagi secara seimbang antara atom hidrogen dan atom oksigen. Elektron tersebut digambarkan cenderung tertarik ke arah atom oksigen pada pusat molekul dan menjauh dari hidrogen atau yang lainnya. Akibatnya, molekul air menjadi polar. Atom oksigen membawa muatan partial negatif (δ-), dan atom hidrogen partial positif (δ+).



Ketika air terdisosiasi untuk membentuk ion, molekul air kemudian membentuk ion bermuatan positif H^+ dan ion OH^- yang bermuatan negatif. Reaksi sebaliknya juga dapat terjadi ion H^+ dapat bergabung dengan ion OH^- untuk membentuk molekul air yang netral. Kenyataan bahwa molekul air terdisosiasi untuk membentuk ion H+ dan OH^- yang kemudian dapat kembali membentuk molekul air, dinyatakan dalam persamaan berikut

$$\mathbf{H_2O}(l) \rightleftharpoons \mathbf{H^+}(aq) + \mathbf{OH^-}(aq)$$

Kesetimbangan air dinyatakan sebagai:

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

$$K\,[H_2O] = [H^+][OH^-]$$

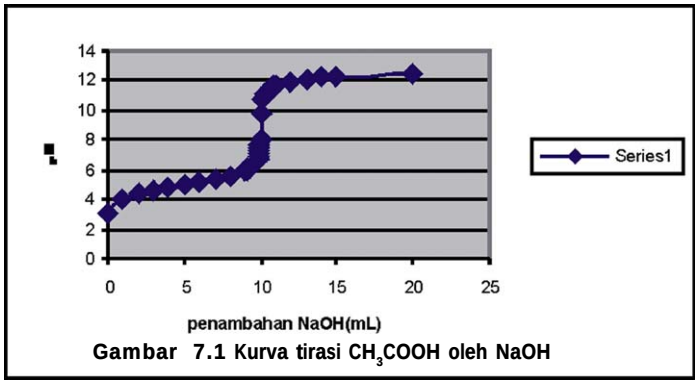
Karena $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ mol/L, dan K $[H_2O]$ relatif tetap, maka:

$$\begin{aligned} Kw &= [H^+]\ [OH^-] \\ &= (1{,}0 \cdot 10^{-7}) \cdot (1{,}0 \cdot 10^{-7}) \\ &= 1{,}0 \cdot 10^{-14} \end{aligned}$$

7.2. Larutan Penyangga

Perhatikan kurva titrasi pada Gambar 7.1.

Pada gambar tersebut tampak pada penambahan NaOH yang merupakan basa kuat, tidak membuat perubahan pH naik dengan cepat. Kenapa larutan ini tahan terhadap perubahan pH saat penambahan awal, tetapi saat jumlah mol ekivalen asam sama dengan basa, ketahanan tersebut hilang? Ketahanan tersebut ada karena terbentuknya larutan penyangga.



Gambar 7.1 Kurva tirasi CH_3COOH oleh NaOH

Apa yang dimaksud dengan larutan penyangga? Larutan penyangga adalah larutan yang tahan terhadap perubahan pH ketika sedikit asam atau basa ditambahkan ke dalamnya. Larutan penyangga dapat terbentuk dari asam lemah dengan garamnya, dan basa lemah dengan garamnya.

Buktikan

pH Larutan Penyangga

Alat yang digunakan : Cawan petri, pipet tetes

Bahan yang digunakan : Indikator universal, asam asetat 0,001M, NH_4OH 0,001 M, *buffer* $CH_3COOH/NaCH_3COO$, NaOH 0,1 M, HCl 0,1 M

Lakukan langkah kerja berikut :

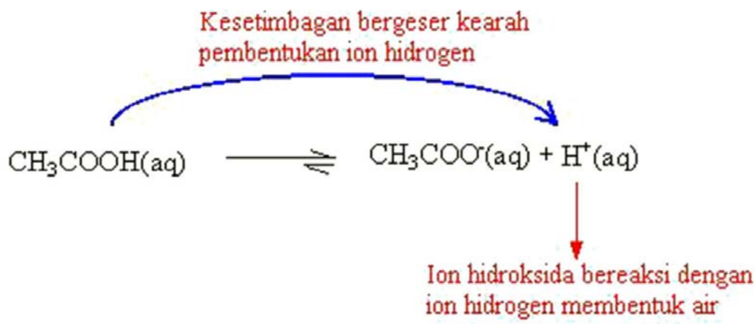
- Ambil sedikit 10 mL larutan asam asetat 0,1M pada cawan pertama, 10 mL larutan NaOH pada cawan kedua dan 10 mL larutan *buffer* $CH_3COOH/NaCH_3COO$ pada cawan ketiga
- Ukur pH pada ketiga cawan dengan indikator
- Masukkan 5 tetes NaOH pada setiap cawan, kocok sebentar ukur kembali pH larutan tersebut
- Ulangi langkah tersebut untuk penambahan 5 tetes HCl 0,1 M
- Catat semua data yang kamu peroleh, kemudian buat kesimpulan.

Bagaimana larutan penyangga ini bekerja?

Larutan penyangga dari suatu asam lemah dengan garamnya biasanya memiliki pH kurang dari 7, contoh larutan penyangga asam asetat dengan natrium asetat yang memiliki pH 4,76. Asam asetat merupakan asam lemah, sehingga berada dalam kesetimbangan:

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$

Penambahan natrium asetat pada larutan ini akan menambah jumlah ion asetat (CH_3COO^-). Berdasarkan asas *Le Chatelier*, kesetimbangan akan bergeser ke kiri, dimana ion asetat bergabung dengan ion H^+ membentuk asam asetat. Penambahan basa, yang mengandung ion OH^- pada larutan ini, akan menimbulkan reaksi:



sedangkan ketika ditambahkan asam, ion H^+ akan bereaksi dengan CH_3COO^- membentuk CH_3COOH, sehingga keberadaan ion OH^- dari basa atau ion H^+ dari asam tidak begitu berpengaruh selama masih terdapat sistem penyangganya.

Asam lemah akan mengalami kesetimbangan

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$

Konstanta disosiasi asam ;

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Untuk menentukan efek ion penyangga, maka : $[H^+] = K_a \dfrac{[HA]}{[A^-]}$

tampak bahwa [H+], dapat dihubungkan sebagai :

$$-\log[H^+] = -\log\left(K_a \frac{[HA]}{[A^-]}\right)$$

$$pH = -\log K_a - \log\left(\frac{[HA]}{[A^-]}\right)$$

$$pH = pK_a - \log\left(\frac{[HA]}{[A^-]}\right)$$

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[Garam\ basa]}{[Asam]}\right)$$

Contoh :

Berapakah pH larutan CH_3COOH 0,15 M dan 0,05 M $NaCH_3COO$? K_a CH_3COOH diketahui bernilai 1,8 x 10^{-5}.

$$pH = -\log(1,8 \times 10^{-5}) + \log\left(\frac{0,05}{0,15}\right)$$

pH = 4,74 - 0,477

pH = 4,26

Kita juga dapat melakukannya dengan cara lain :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

mulai	:	0,15M	0,05 M	0 M
perubahan	:	$-x$	x	x
kesetimbangan	:	0,15 – x	0,05 + x	x

$[CH_3COO^-]$ = 0,05 + x

$[CH_3COOH]$ = 0,15 – x

$[H^+]$ = x M

$$K_a = 1,8 \times 10^{-5} = \frac{(0,05 + x)(x)}{0,15 - x}$$

$(1,8 \times 10^{-5})(0,15 - x) = x^2 + 0.05\,x$

$2,7 \times 10^{-6} - 1,8 \times 10^{-5}\,x = x^2 + 0,05\,x$

$x^2 + 0,05\,x - 2,7 \times 10^{-6} = 0$

Membentuk persamaan kuadrat dengan a = 1, b = 0,05, c = -2,7 x 10^{-6}

$$x_1 = \frac{-0,05 + \sqrt{(0,05)^2 - 4(1)(-2,7 \times 10^{-6})}}{2(1)}$$

= 5,39 x 10 - 5

atau

$$x_2 = \frac{-0,05 - \sqrt{(0,05)^2 - 4(1)(-2,7 \times 10^{-6})}}{2(1)}$$

= -0,05

nilai negatif tidak diambil, sehingga x = 5,39 x 10^{-5}.

$[H^+]$ = 5,39 x 10^{-5}

pH = -log(5,39 x 10^{-5})

$pH = 4.27$

Hasil dengan menggunakan cara di atas hampir sama sehingga lebih praktis untuk menggunakan persamaan:

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[Garam\ basa]}{[Asam]}\right)$$

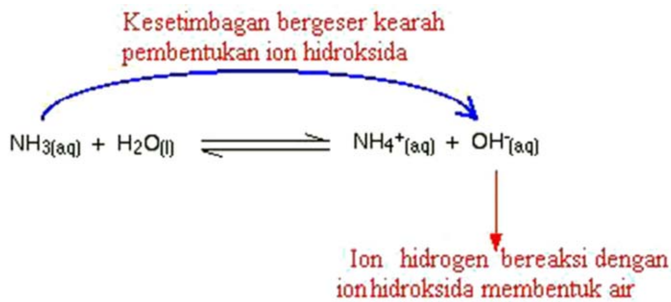
Tugas Mandiri

Temukan pH untuk larutan yang terdiri dari 0,1 mol CH_3COOH dan 0,2 mol $NaCH_3COO$ dalam total volume 1 liter. CH_3COOH diketahui bernilai $1{,}8 \cdot 10^{-5}$.

Pada larutan penyangga antara basa lemah dengan garamnya akan memiliki *pH* lebih besar dari 7, contoh campuran antara larutan amoniak dengan larutan ammonium klorida. Jika bercampur dengan konsentrasi yang tepat akan memiliki *pH* 9,25. Amoniak merupakan basa lemah yang mengalami kesetimbangan:

$$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

Keberadaan amonium klorida akan menambah jumlah ion ammonium. Dan ketika ada asam yang ditambahkan ion H^+ dari asam akan bereaksi dengan ion OH^-, dan akan menyebabkan pergeseran kesetimbangan ke arah pembentukan ion OH^-.

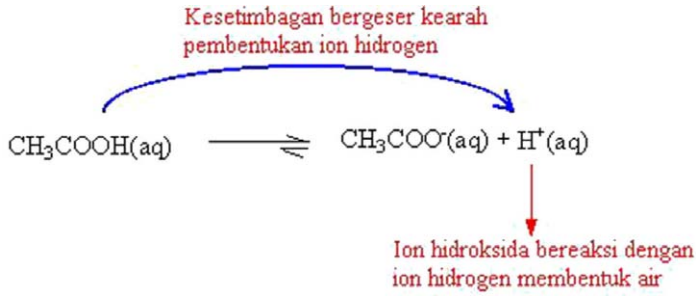


Dan penambahan basa akan bereaksi dengan ion NH_4^+ membentuk NH_4OH, sehingga penambahan asam atau basa dalam, jumlah sedikit tidak menimbulkan perubahan *pH* dalam sistem ini. *pH* pada sistem ini dapat ditentukan dengan persamaan :

$$pH = pK_b + \log\left(\frac{[Garam\ asam]}{[Basa]}\right)$$

Bagaimana perubahan pH jika ditambahkan basa atau asam ?

Misalkan pada campuran larutan CH_3COOH 0,15 M dan 0,05 M $NaCH_3COO$ ditambahkan NaOH dengan konsentrasi 0,01 M. Hal ini tentu akan menyebabkan terjadinya pergeseran kesetimbangan pada :



sehingga dengan adanya $[OH^-]$ = 0,01 M :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

mula-mula	:	0,14M	0,06 M	0 M
berubah	:	$-x$	x	x
kesetimbangan	:	$0,14 - x$	$0,06 + x$	x

$[CH_3COO^-] = 0,06 + x$

$[CH_3COOH] = 0,14 - x$

$[H^+] = x$ M

$$K_a = 1,8 \times 10^{-5} = \frac{(0,06 + x)(x)}{0,14 - x}$$

$(1,8 \cdot 10\text{-}5)(0,14 - x) = x^2 + 0,06\ x$

$2,52 \times 10^{-6} - 1,8 \times 10^{-5}\ x = x^2 + 0,06\ x$

$x^2 + 0,06\ x - 2,52 \cdot 10^{-6} = 0$

Pemecahan persamaan kuadratnya diperoleh :

$$x = \frac{-0,06 + \sqrt{(0,06)^2 - 4(1)(-2,52 \times 10^{-6})}}{2(1)}$$

$x = 4,20 \times 10^{-5}$

Sehingga : $[H^+] = 4,20 \times 10^{-5}$M

$pH = -\log(4,20 \times 10^{-5})$

$pH = 4,38$

atau jika menggunakan persamaan :

$$pH = -\log K_a - \log\left(\frac{[Garam\ basa]}{[Asam]}\right)$$

$$pH = -\log(1,8 \times 10^{-5}) - \log\left(\frac{(0,05 + 0,01)}{(0,15 - 0,01)}\right)$$

$$pH = 4,74 - \log\left(\frac{0,06}{0,14}\right) \qquad pH = 4,74 - 0,368 = 4,372$$

Mari diskusi

Coba kamu bandingkan dengan tanpa ada penambahan *NaOH*, apakah *pH*-nya berubah, sedikit berubah, atau tidak berubah sama sekali.

Diskusikanlah dengan teman-temanmu, untuk mengetahui sampai tahap penambahan basa seberapa fungsi larutan penyangga tetap ada.

Keberadaan ion-ion dalam darah pada tubuh kita berfungsi sebagai larutan penyangga, sehingga jika kita memakan makanan yang sedikit mengandung asam, atau basa atau bahkan garam maka tubuh kita akan menjaga agar pH dalam tubuh stabil. Tetapi jika berlebih maka kesetimbangannya akan bergeser dan fungsi tubuh kita pun terganggu.

7.3. Hidrolisis Garam

Garam yang terbentuk dari hasil netralisasi asam basa dapat memberikan nilai *pH* yang beragam tergantung ion asal pembentuk garamnya, contoh:

Tabel 7.1. Kelompok garam dan nilai pH

Garam yang berasal dari	Contoh	pH larutannya
Asam kuat dan basa kuat	$NaCl$, KNO_3, Na_2SO_4	7
Asam lemah dan basa kuat	$NaCH_3COO$, KCN, Na_3PO_4	> 7
Asam kuat dan basa lemah	NH_4Cl, NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$	< 7
Asam lemah dan basa lemah	$(NH_4)_2CO_3$, NH_4CH_3COO, NH_4CN	Berbeda-beda

Kenapa *pH* garam berbeda-beda? Bukankah seharusnya garam akan membentuk larutan netral dengan *pH* 7? Hal ini terjadi akibat adanya interaksi antara kation dan anion dari garam dengan air sebagai pelarut. Reaksi antara kation dan anion dengan air yang menyebabkan air terurai disebut dengan hidrolisis. Kation yang mengalami hidrolisis adalah kation yang berasal dari basa lemah, contoh;

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

sedangkan anion yang terhidrolisis adalah anion yang berasal dari asam lemah.

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$

$$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$$

$$PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HPO^{2-} + OH^-$$

Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak terhidrolisis sehingga pH larutannya 7.

Buktikan

Hidrolisis Garam



NaCl | Na-asetat | amonium asetat | amoniuim klorida

Alat yang digunakan : Cawan petri, pipet tetes

Bahan yang digunakan : Indikator universal, NaCl, Na-asetat, ammonium klorida, ammonium asetat

Lakukan langkah kerja berikut :

- Ambil sedikit 10 mL larutan NaCl 0,1M pada cawan pertama, 10 mL larutan Na-asetat 0,1 M pada cawan kedua, 10 mL larutan ammonium klorida pada cawan ketiga dan larutan ammonium asetat 0,1 M pada cawan ke empat.
- Hitung pH larutan tersebut jika tidak mengalami hidrolisis.
- Ukur pH pada masing-masing cawan dengan menggunakan indikator.
- Catat data pengamatan dan coba tarik kesimpulan dari data tersebut.

Jika akibat hidrolisis pH berubah, bagaimana cara menentukan pH larutan garam yang terhidrolisis? Untuk garam yang berasal dari asam lemah, asam lemah akan mengalami kesetimbangan:

$$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$$

Tetapan kesetimbangan untuk reaksi tersebut :

$$K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$$

karena $[H_2O]$ harganya relatif tetap, maka

$$K[H_2O] = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

K $[H_2O]$, disebut dengan tetapan hidrolisis dan dilambangkan dengan

$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

dengan mengalikan dengan faktor $[H^+]$, maka ;

$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \times \frac{[H^+]}{[H^+]}$$

$$K_h = \frac{[HA]}{[A^-][H^+]} \times [H^+][OH^-] \qquad K_h = \frac{1}{K_a} \times k_w$$

kembali pada

	$A^- + H_2O$	$\rightleftharpoons$	HA	$+ OH^-$
mulai :	a M		0 M	0 M
perubahan :	$-x$		x	x
kesetimbangan :	$a - x$		x	x

karena asam lemah terdisosiasi dalam jumlah sangat sedikit, maka

$[A^-] = a - x = a$, dan $[OH^-] = [HA] = x$

karena ;

$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{K_w}{K_a}$$

$$x^2 = \frac{K_w[A^-]}{K_a}$$

$$= \frac{10^{-14} \times [A^-]}{K_a}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{10^{-14} \times [A^-]}{K_a}}$$

$$= 10^{-7}\sqrt{\frac{[A^-]}{K_a}}$$

$$\text{pOH} = -\log[OH^-]$$

$$= -\log 10^{-7}\sqrt{\frac{[A^-]}{K_a}}$$

pOH = 7 - ½ log [A⁻] + ½ log K$_a$

dengan cara yang sama untuk hidrolisis garam dari basa lemah, kita memperoleh:

pH = 7 - ½ log [B⁻] + ½ log K$_b$

contoh :

Hitunglah pH larutan $NaCH_3COO$ dengan konsentrasi 0,1 M dan diketahui $CH_3COOH = 1,8 \times 10^{-5}$.

Jawab : **pOH = 7 - ½ log [A⁻] + ½ log K$_a$**

= 7 - ½ log (0,1) + ½ log ($1,8 \times 10^{-5}$)

= 5,1

karena pH = 14 – pOH

= 14 – 5,1 = 8,9

Tugas Mandiri

Jika dalam 1 liter larutan terdapat 0, 1 mol garam ammonium klorida, tentukanlah pH larutan garam NH_4Cl tersebut. Ingat, amoniak merupakan basa lemah dengan nilai K_b = 1,8 x 10^{-5}

7.4. Garam Sukar Larut dan K_{SP}

Terdapat senyawa ion dengan kelarutan rendah, atau mudah membentuk larutan jenuh. Pada keadaan larutan jenuh dapat dianggap terjadi kesetimbangan dinamis antara zat dalam keadaan padat (tak larut) dan ion-ionnya yang larut dalam air. Contoh larutan $BaSO_4$ terjadi kesetimbangan sebagai berikut :

$$BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

Tetapan kesetimbangan untuk reaksi di atas adalah:

$$K = \frac{[Ba^{2+}][SO_4^{\ 2-}]}{[BaSO_4]}$$

Konsentrasi $BaSO_4$ relatif tetap, maka

$$K[BaSO_4] = K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{\ 2-}]$$

K_{SP} disebut tetapan hasil kali kelarutan, dan harganya tetap sekalipun terdapat zat-zat lain dalam larutan. Untuk AgCl, dengan kesetimbangan :

$$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$$

maka : $K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$

Tugas Mandiri

Tuliskan ungkapan K_{SP} untuk pelarutan zat berikut:

$$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^{-}(aq)$$

$$Ca_3PO_4(s) \rightleftharpoons 3\ Ca^{2+}(aq) + PO_4^{3-}(aq)$$

Harga K_{SP} merupakan hasil kali konsentrasi zat terlarut atau ion terlarut dalam keadaan jenuh pada suhu kamar, karena jika suhu berubah maka nilai K_{SP} nya pun berubah, sesuai pengaruh suhu pada suatu kesetimbangan.

Contoh;

Berapakah nilai K_{SP} untuk Ag_2SO_4 jika pada membentuk larutan jenuh ketika di dalamnya dilarutkan 5,4 gram Ag_2SO_4 dalam 1 liter air.

Jawab :

Persamaan kesetimbangannya :

$$Ag_2SO_4(s) \quad + \quad H_2O(l) \quad \rightleftharpoons \quad 2Ag^+(aq) \quad + \quad SO_4^{2-}(aq)$$

Ungkapan K_{SP}-nya :

$$K_{sp} = [Ag^+]^2 \, [SO_4^{-2}]$$

Konsentrasi zat terlarut

$$= \frac{5,4 \; g/l \times 1 \; mol}{Mr \; Ag_2SO_4}$$

$$= \frac{5,4}{311,8}$$

= 1,73 · 10-2 mol/liter

Konsentrasi $[Ag^{+2}]$ = 2(1,72 · 10^{-2}), sedangkan $[SO_4^{-2}]$= 1,72 · 10^{-2}

K_{sp} = $[3,44 \times 10^{-2}]^2$ $[1,72 \times 10^{-2}]$

K_{sp} = 11,8 x 10^{-4} (1,72 x 10^{-2})

K_{sp} = 2,04 x 10^{-5}

Tugas Mandiri

Coba kamu hitung K_{sp} dari senyawa timbal(II)iodat, *$Pb(IO_3)_2$* pada 26^{o}C, jika kelarutannya 4,0 · 10^{-5}.

Harga K_{SP} untuk berbagai senyawa tampak pada tabel:

Tabel 7.2 Harga K_{sp} Beberapa garam

Senyawa	K_{sp}	Senyawa	K_{sp}
$Al(OH)_3$	2,0 x 10^{-33}	PbS	7,0 x10^{-27}
$Fe(OH)_2$	2,0 x 10^{-15}	$Ag_{2-}CrO_4$	1,9 x 10^{-12}
$Fe(OH)_3$	1,1 x 10^{-36}	$AgCN$	1,6 x 10^{-14}
$Mg(OH)_2$	1,2 x 10^{-11}	$BaCrO_4$	2,4 x 10^{-10}
$Mn(OH)_2$	1,2 x 10^{-14}	$BaSO_4$	1,5 x10^{-9}
$Sn(OH)_2$	5,0 x10^{-26}	$PbCrO_4$	1,8 x 10^{-14}
BaF_2	1,7 x 10^{-6}	$MgC_{2-}O_4$	8,6 x 10^{-6}
$BaCO_3$	8,1 x 10^{-9}	MgF_2	7,0 x 10^{-9}
CdS	3,6 x 10^{-29}	Hg_2Cl_2	2,0 x 10^{-18}

MnS	$7{,}0 \times 10^{-16}$	HgS	$1{,}6 \times 10^{-54}$
NiS	$2{,}0 \times 10^{-21}$	$CaSO_4$	$2{,}0 \times 10^{-14}$
CoS	$3{,}0 \times 10^{-26}$	Ag_2CO_3	$8{,}2 \times 10^{-12}$
CuS	$8{,}5 \times 10^{-36}$	AgCl	$1{,}7 \times 10^{-10}$
Cu_2S	$2{,}0 \times 10^{-47}$	AgI	$8{,}5 \times 10^{-17}$
SnS	$1{,}0 \times 10^{-26}$	AgBr	$5{,}0 \times 10^{-13}$
ZnS	$1{,}2 \times 10^{-23}$	Ag_2S	$5{,}0 \times 10^{-49}$
PbC_2O_4	$2{,}7 \times 10^{-11}$	FeC_2O_4	$2{,}1$ x´ 10^{-7}
$PbCrO_4$	$1{,}8 \times 10^{-14}$	FeS	$3{,}7 \times 10^{-19}$
$PbCl_2$	$1{,}6 \times 10^{-5}$	$PbSO_4$	$2{,}0 \times 10^{-8}$

Selama hasil kali konsentrasi ion-ion yang ada dalam larutan dipangkatkan dengan koefisiennya masing-masing lebih kecil daripada K_{sp} senyawa tersebut, maka larutan belum jenuh, dan jika nilainya persis sama maka larutan berada dalam keadaan tepat jenuh. Sedangkan jika nilainya lebih besar dari harga K_{sp}, maka endapan lewat jenuh dan endapan akan terbentuk.

Contoh :

Konsentrasi ion kalsium dalam plasma darah adalah 0,0025 M. Jika konsentrasi ion oksalat $1{,}0 \times 10^{-8}$ M. Apakah kalsium oksalat, CaC_2O_4 membentuk endapan? Diketahui $K_{sp} = 2{,}3 \times 10^{-9}$.

Reaksi kesetimbangan kalsium oksalat

$$CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$$

$$K_{sp} = [Ca^{+2}]\,[C_2O_4^{-2}]$$

Karena $[Ca^{+2}] = 0{,}0025 = 2{,}5 \times 10^{-3}$ M

$[C_2O_4^{-2}] = 1{,}0 \times 10^{-8}$ M

maka : $K = [Ca^{+2}]\,[C_2O_4^{-2}] = (2.5 \times 10^{-3})\,(1 \times 10^{-8})$

$= 2{,}5 \times 10^{-11}$

karena 2.5×10^{-11} lebih kecil dari $2{,}3 \times 10^{-9}$, maka tidak terjadi pengendapan.

Tugas Mandiri

Timbal (II) kromat, $PbCrO_4$, digunakan dalam pewarna cat kuning. Ketika larutan membentuk Pb^{2+} dengan konsentrasi $5{,}0 \times 10^{-4}$ M dan CrO_4^{2-} . Apakah kamu akan mendapatkan timbal (II) kromat dalam bentuk endapan?

7.5. Pengaruh ion Senama pada kelarutan suatu zat

Bagaimana jika kita melarutkan suatu zat ke dalam larutan yang mengandung ion yang sejenis dengan salah satu ion pembentuk zat tersebut?

Dalam kesetimbangan antara zat padat dan ion-ionnya dalam air, dapat terjadi salah satu ion konsentrasinya jauh lebih besar dari ion lain yang menjadi pasangannya. Misalkan 0,01 mol NaF ditambahkan ke dalam larutan CaF_2. Untuk CaF_2 berlaku kesetimbangan :

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2F^-(aq)$$

Penambahan NaF memperbesar konsentrasi ion F^- sebesar 0,01 mol/liter. Berdasarkan asas Le Chatelier maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri, yaitu ke arah pembentukan CaF_2. Ini akan menyebabkan kelarutan CaF_2 berkurang. Penambahan ion sejenis menyebabkan berkurangnya kelarutan suatu senyawa disebut dengan pengaruh ion sejenis (*common ion effect*).

Contoh :

Bandingkan kelarutan AgCl dalam air dengan dalam NaCl 0,01 M.

Jawab:

Dalam air:

$$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

Karena $[Ag^+] = [Cl^-]$, maka:

$$\text{Kelarutan } AgCl = [Ag^+] = [Cl^-] = \sqrt{K_{sp}}$$

$$= \sqrt{1,7 \times 10^{-10}}$$

$$= 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol/liter}$$

Jika dalam larutan *NaCl*, maka $[Cl^-]$ = 0,01, karena

Maka :

$$\text{Kelarutan } = [Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Cl^-]} = \frac{1,7 \times 10^{-10}}{0,01} = 1,7 \times 10^{-8} \text{ mol/liter}$$

Tugas Mandiri

Berapakah kelarutan timbal (II) iodat, $Pb(IO_3)_2$ pada suhu 25°C, jika di dalam larutan sudah terlebih dahulu dilarutkan $Pb(CH3COO)_2$, sehingga terbentuk larutan timbal(II) asetat dengan konsentrasi 0,02 M

Gejala pengaruh ion sejenis dapat dipakai untuk menerangkan mengapa pH berpengaruh pada kelarutan suatu zat. Sebagai contoh kita pelajari $Mg(OH)_2$ yang kesetimbangan kelarutannya digambarkan dengan persamaan reaksi berikut :

$$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

Harga K_{SP} untuk $Mg(OH)_2$ ialah 1,2 .10^{-12}-- . Perhitungan kelarutan $Mg(OH)_2$ dengan cara seperti yang telah diperlihatkan pada contoh terdahulu, memberikan hasil bahwa kelarutan $Mg(OH)_2$ sebesar 1,44 . 10^{-4} mol/L . Jika $Mg(OH)_2$ padat berkesetimbangan dengan larutan yang dianggap pada pH =9, maka

$$pOH = 5$$
$$[OH^-] = 10^{-5}$$
$$[Mg^{2+}]\,[OH^-] = K_{SP}$$
$$[Mg^{2+}]\,[10^{-5}]^2 = 1{,}2 \times 10^{-12}\text{--}$$
$$[Mg^{2+}] = 1{,}2 \times 10^{-1}$$

Jadi, kelarutan $Mg(OH)_2$ sebesar 0,12 M.

Penurunan pH menyebabkan kelarutan $Mg(OH)_2$ bertambah. Jika larutan dibuat asam, maka kelarutan $Mg(OH)_2$ lebih besar sesuai dengan pergeseran kesetimbangan kelarutan $Mg(OH)_2$ ke kanan akibat pengurangan $[OH^-]$.

Tugas Mandiri

Jika kamu melarutkan 2,0 gram $PbCl_2$ dalam 100 ml air apakah akan terbentuk endapan, larutan jenuh atau larut semua, tentukanlah berdasarkan nilai K_{sp} berapa gram $PbCl_2$ yang akan dibutuhkan untuk membentuk larutan jenuh.

Buktikanlah hasil perhitunganmu dengan eksperimen..

Buktikan

Kelarutan zat sukar larut

Alat yang digunakan : Gelas kimia, kompor listrik, batang pengaduk, corong

Bahan yang digunakan : kertas saring, $PbCl_2$, aquades

Lakukan langkah kerja sebagai berikut :

- Ambil sebuah gelas kimia kosong, bersih dan kering lalu timbang dan catat massanya hingga ketelitian dua angka di belakang
- Ukurlah 100 mL air, dan masukkan ke dalam gelas kimia lain.
- Larutkan $PbCl_2$ hingga terbentuk larutan jenuh, tampak sedikit endapan
- Saringlah endapan yang terbentuk, dengan hasil saringan terdapat pada gelas kimia yang sudah ditimbang tadi

- Uapkan airnya, kemudian timbang wadah dengan endapan sisa penguapan.
- Tentukan massa endapan
- Tentukan besar kelarutan dalam volume 1000 mL dan K_{sp}
- Bandingkan dengan hasil perhitungan yang diperoleh kamu peroleh dan data K_{sp} dari tabel
- Kamu buat kesimpulan dari hasil pengamatanmu

Sang Ilmuwan



THOMAS MARTIN LOWRY (1874 –1936) adalah ahli kimia asal Inggris yang mengemukakan konsep asam basa yang serupa dengan yang dikemukakan oleh *Brønsted*. *Lowry* merupakan professor kimia fisik pertama pada universitas Cambridge. Sebagai ilmuwan dengan basis kimia fisik ia aktif meneliti aktivitas optik beberapa senyawa. Pada tahun 1898, ia merupakan orang pertama yang menggambarkan fenomena mutarotasi. Pada tahun 1920 ia menguji hubungan antara kekuatan perputaran optik suatu senyawa dengan panjang gelombang cahaya yang melewatinya.

Rangkuman

- Larutan penyangga adalah larutan yang tahan terhadap perubahan pH ketika sedikit asam atau basa ditambahkan ke dalamnya, karena adanya kesetimbangan dalam larutan tersebut.
- Larutan penyangga dapat terbentuk dari asam lemah dengan garamnya, dan basa lemah dengan garamnya. Larutan penyangga dari suatu asam lemah dengan garamnya dapat ditentukan menggunakan persamaan

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[Garam\ basa]}{[Asam]}\right)$$

- Pada larutan penyangga antara basa lemah dengan garamnya pH-nya dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$pH = pK_b + \log\left(\frac{[Garam\ asam]}{[Basa]}\right)$$

- Reaksi antara kation dan anion dengan air yang menyebabkan air terurai disebut dengan hidrolisis. Hidrolisis garam dapat dialami jika mengandung kation atau anion yang berasal dari basa lemah atau asam lemah.
- pOH larutan hidrolisis garam dari asam lemah, dapat diketahui dengan rumus:

$$\mathbf{pOH = 7 - \tfrac{1}{2} \log [A^-] + \tfrac{1}{2} \log K_a}$$

- pH larutan hidrolisis garam dari basa lemah, kita memperoleh :

$$\mathbf{pH = 7 - \tfrac{1}{2} \log [B^-] + \tfrac{1}{2} \log K_b}$$

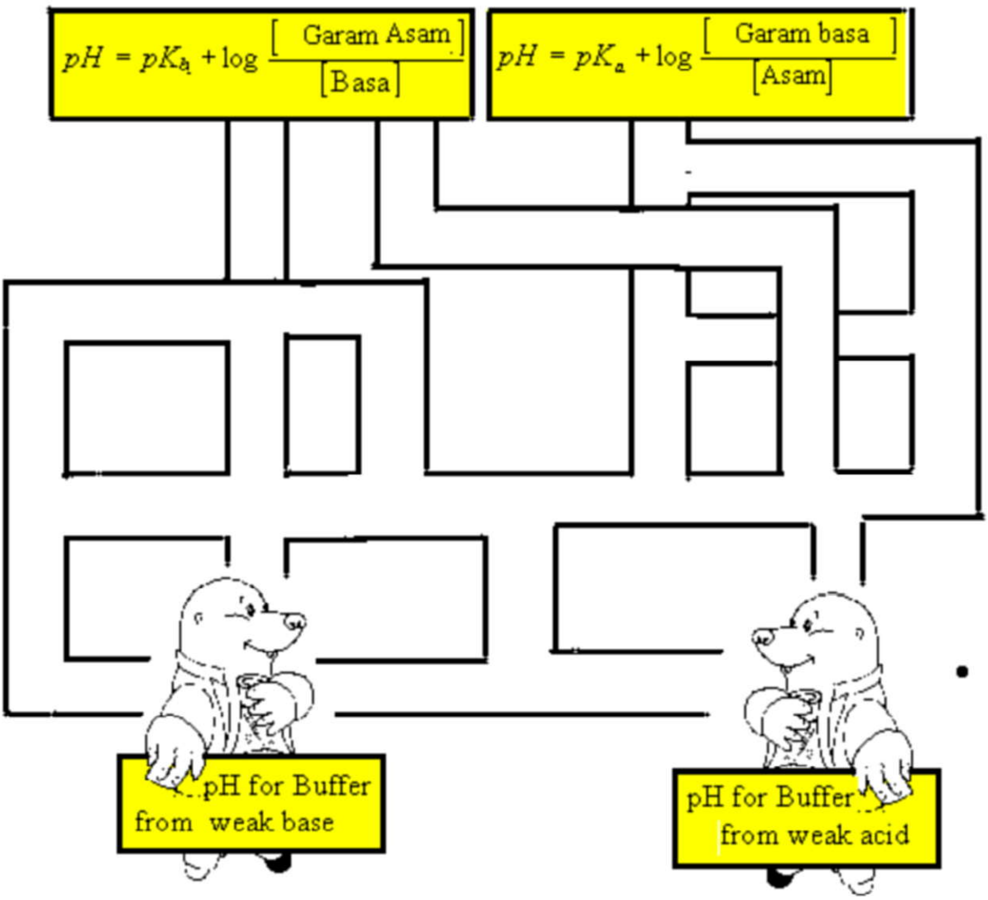
- Pada keadaan larutan jenuh dapat dianggap terjadi kesetimbangan dinamis antara zat dalam keadaan padat (tak larut) dan ion-ionnya yang larut dalam air. K_{SP} berubah akibat pengaruh suhu.
- Penambahan ion sejenis menyebabkan berkurangnya kelarutan suatu senyawa disebut dengan pengaruh ion sejenis (*common ion effect*).

Uji Kemampuan

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan :
   a. larutan penyangga
   b. hidrolisis
   c. efek ion senama
   d. hasil kali kelarutan
2. Berapakah *pH* larutan penyangga yang mengandung dari :
   a 0,20 M $H_2C_2O_4$ dan 0,40 M $HC_2O_4^-$ jika Ka $H_2C_2O_4$ adalah 5,4 X 10^{-3}
   b 0,5 M CH_3COOH dan 0,05 M CH_3COONa, jika Ka CH_3COOH adalah 1,8 x 0^{-5}
3. Hitunglah massa NH_4Cl yang harus ditambahkan ke dalam 1 liter larutan amoniak agar terbentuk larutan penyangga dengan *pH* 9,0
4. Hitunglah *pH* larutan :
   a. CH_3COONa dengan konsentrasi 0,1 M
   b. $(NH_4)_2SO_4$ dengan konsentrasi 0,05 M
5. Lihat tabel 7.2, hitunglah kelarutan dari :
   a. Timbal (II) kromat, $PbCr_2O_4$
   b. Magnesium sulfida, MgS
6. Hitunglah K_{sp} dari $Zn(OH)_2$, jika kelarutan maksimal $Zn(OH)_2$ dalam air pada suhu kamar sebesar 2,3 x 10^{-6} mol/liter
7. K_{SP} untuk Cadmium (II) sulfida, adalah 1,0 x 10^{-7}, tentukanlah :
   a. $[S^{2-}]$ jika dalam larutan terdapat $[Cd^{2+}]$, sebesar 0,01 M
   b. apakah akan terbentuk endapan, jika dalam kesetimbangan terdapat $[Cd^{2+}]$ sebesar 0,01 M dan $[S^{2-}]$ sebesar 1,0 x 10^{-12} M?

TRy Out

Find the right way!



Uji Kompetensi

1. Campuran yang terdiri atas 10 ml 0,1 M asam asetat dan 5ml 0,1 NaOH mempunyai pH yang :
   A. lebih besar dari 7
   B. sama dengan pKa
   C. lebih besar dari pKa
   D. lebih kecil dari pKa
   E. sama dengan 7

2. Yang akan terjadi jika kita menambahkan sedikit air pada larutan penyangga adalah :
   A. perubahan pH larutan
   B. perubahan pKa larutan asam
   C. tidak ada perubahan pH maupun pKa
   D. perubahan pKa tapi pH tetap
   E. perubahan pH tapi pKa tetap

3. Besar kelarutan $Mg(OH)_2$, jika dilarutkan dalam larutan NaOH 0,1 M (ksp $Mg(OH)_2 = 4 \times 10^{-12}$) maka kelarutan $Mg(OH)_2$ adalah…
   A. 1×10^{-4} M
   B. $2 \times 10^{-5,5}$ M
   C. 4×10^{-11} M
   D 2×10^{-5} M
   E 4×10^{-10} M

4. Campuran larutan yang tepat untuk mendapatkan larutan penyangga dengan pH =5, adalah:
   A. 10 mL NaOH 0,1 M + 5 mL CH_3COOH 0,1 ($Ka = 10^{-5}$)
   B. 10 mL NaOH 0,1 M + 10 mL CH_3COOH 0,1 M ($Ka = 10^{-5}$)
   C. 10 mL NaOH 0,1 M + 20 mL CH_3COOH 0,1 M($Ka = 10^{-5}$)
   D. 20 mL NaOH 0,1 M + 20 mL CH_3COOH 0,1 M($Ka = 10^{-5}$)
   E. 20 mL NaOH 0,1 M + 10 mL CH_3COOH 0,1 M($Ka = 10^{-5}$)

5. Diantara garam-garam berikut yang tidak mengalami hidrolisis jika dilarutkan dalam air adalah……
   A. NaCl
   B. K_3PO_4
   C. $(NH_4)_2CO_3$
   D. NH_4Cl
   E. $NaCH_3COO$

6. Hasil kali kelarutan(ksp) $CaSO_4 = 2,5 \times 10^{-5}$, maka kelarutan $CaSO_4$ adalah….
   A. $3,5 \times 10^{-2}$ mol/L
   B. $5,0 \times 10^{-5}$ mol/L
   C. $5,0 \times 10^{-4}$ mol/L
   D. $3,5 \times 10^{-3}$ mol/L
   E. $5,0 \times 10^{-2}$ mol/L

7. Pada suhu tertentu kelarutan $PbCl_2$, dalam air 2,0 x 10^{-2} M, maka hasil kali kelarutan ksp nya adalah....
   A. 4,0 x 10^{-6}
   B. 8,0 x 10^{-5}
   C. 8,0 x 10^{-6}
   D. 3,2 x 10^{-6}
   E. 3,2 x 10^{-7}
8. Larutan yang bersifat asam adalah......
   A. NaCl
   B. CH_3COONa
   C. K_2SO_4
   D. $CH_3COO\ NH_4$
   E. NH_4Cl
9. Campuran yang menghasilkan garam terhidrolisis sebagian dan bersifat asam ialah ....
   A. 50 mL CH_3COOH 0,2 M + 50 mL NaOH 0,1 M
   B. 50 mL HCl 0,2 M + 50 mL NH_3 (aq) 0,2 M
   C. 50 mL HCOOH 0,2 M + 50 mL KOH 0,2 M
   D. 50 mL HCl 0,2 M + 50 mL NaOH 0,2 M
   E. 50 mL CH_3COOH 0,1 M + 50 mL NH_3 (aq) 0,2 M
10. Diketahui

    K_{sp} AgCN = 1,2 x 10^{-16} mol L^{-1}

    K_{sp} $Mn(OH)_2$ = 1,9 x 10^{-13} mol L^{-1}

    K_{sp} $Mg(OH)_2$ = 1,2 x 10^{-12} mol L^{-1}

    K_{sp} AgBr = 5 x 10^{-13} mol L^{-1}

    K_{sp} $AgIO_3$ = 4 x 10^{-12} mol L^{-1}

    Dari data di atas, senyawa yang paling mudah mengendap ketika dilarutkan dalam air adalah ....
    A. AgCN
    B. $Mg(OH)_2$
    C. $AgIO_3$
    D. $Mn(OH)_2$
    E. AgBr
11. Garam berikut ini, yang mengalami hidrolisis total jika dilarutkan dalam air?
    A. NH_4Cl
    B. Na_2CO_3
    C. NH_4CH_3COO
    D. KCl
    E. CH_3COONa
12. Lima gelas kimia larutan dengan volume yang sama . Jika kedalam gelas kimia dilarutkan sejumlah perak klorida padat, maka perak klorida padat paling mudah mengendap dalam gelas kimia yang berisi :
    A. 0,01 M HCl
    B. 2,00 M $AgNO_3$
    C. 0,20 M $AgNO_3$
    D. 1,00 M HCl
    E. 0,10 M HCl

13. x gram CH_3COONa (Mr = 82) dicampurkan dengan larutan 0,1 M CH_3COOH ($Ka = 10^{-5}$) diperoleh pH = 5,. Maka harga p adalah….

A. 0,82 gram
B. 0,41 gram
C. 4,10 gram
D. 82,0 gram
E. 8,20 gram

14. Larutan garam berikut yang bersifat basa adalah…..

A. NaCl
B. CH_3COONa
C. NH_4Cl
D. Na_2SO_4
E. NaI

15. Larutan 0,1 M CH_3COOH mempunyai pH = 3 ($Ka= 10^{-5}$)

Agar pH larutan menjadi 6 maka larutan tersebut harus ditambah CH_3COONa sebanyak….

A. 0, 1 mol
B. 5 mol
C. 20 mol
D. 1 mol
E. 10 mol

Ebtanas 90/91

16. Kelarutan perak klorida dinyatakan dalam gram per liter larutan pada suhu 25°. K_{sp} x AgCl = 1,90 x 10^{-10} (A_r : Ag = 108, Cl = 35,5) adalah ….

A. 22,90 x 10^{-4} gram
B. 20,09 x 10^{-4} gram
C. 17, 22 x 10^{-4} gram
D. 14,35 x 10^{-4} gram
E. 2, 09 x 10^{-4} gram

Ebtanas 90/91

17. Campuran lemah NH_4OH(aq) 0,1 M dengan larutan NH_4Cl 0,1 M mempunyai pH = 10. Jika Kb NH_4OH(aq) = 10^{-5} maka perbandingan volume kedua larutan NH_4OH : NH_4Cl adalah…….

A. 1 : 1
B. 5 : 1
C. 1 : 2
D. 10 : 1
E. 2 : 1

18. Di antara senyawa – senyawa di bawah ini yang larutannya dalam air mempunyai pH terkecil adalah ….

A. natrium klorida
B. ammonium klorida
C. natrium asetat
D. ammonium asetat
E. kalium fosfat

19. Larutan jenuh senyawa hidroksida dari suatu logam, $M(OH)_2$ mempunyai pH = 10,00. Kelarutan senyawa ini adalah…..

A. 0,5 x10^{-2}
B. 0,5 x10^{-4}
C. 1,0 x 10^{-2}
D. 1,0 x 10^{-3}
E. 1,0 x 10^{-4}

20. Kelarutan timbal (II) sulfat di dalam air pada 298° K adalah 1,2 x 10^{-4} mol dm^{-3}. Kelarutan timbal (II) sulfat di dalam satu liter larutan H_2SO_4 1 M adalah ....

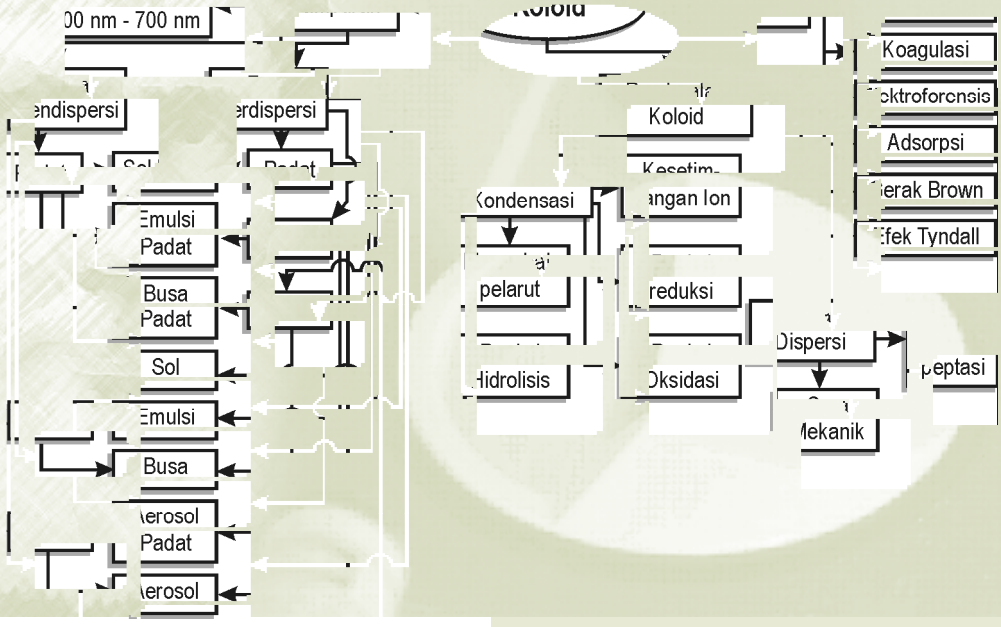
A. 1,44 x 10^{-8} mol dm^{-3}
B. 1,2 x 10^{-4} mol dm^{-3}
C. $\sqrt{1,2 \ x \ 10^{-4} \ mol \ dm^{-3}}$
D. 1 – 1,2 x 10^{-4} mol dm^{-3}
E. 1,0 mol dm^{-3}

Ebtanas 85/86

Bab

Koloid

Peta Konsep



Apakah kamu suka memperhatikan ketika sinar matahari menerobos jendela? Tampak debu beterbangan dan jejak sinar matahari pun dapat kamu lihat dengan jelas. Ketika langit siang hari tertutup awan, apa kamu melihat sinar menerobos bagian awan yang berlubang? Fenomena seperti itu sering dimanfaatkan oleh agen Moulder dan Sculley dalam film X-file untuk mengamati tempat-tempat yang gelap dengan kilatan cahaya. Semua hal ini berhubungan dengan salah satu sifat yang dimiliki partikel koloid yaitu efek Tyndall. Apa itu efek Tyndall dan apa pula yang dimaksud dengan koloid? Mari kita pelajari bersama-sama

Kompetensi Dasar

- Siswa mampu membuat berbagai sistem koloid dengan bahan-bahan yang ada di sekitarnya.
- Siswa mampu mengelompokkan sifat-sifat koloid dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

8.1. Koloid, Larutan dan Suspensi.

Koloid atau dispersi koloid adalah bentuk materi yang memiliki sifat di antara larutan dan campuran atau suspensi. Bidang ini pertama kali dikenalkan oleh *Thomas Graham*.

Gula ketika dilarutkan ke dalam air akan tampak bening. Hal itu karena zat terlarut dalam larutan dapat membentuk ion atau molekul kecil. Zat tersebut membentuk larutan homogen dengan pelarut dan memiliki sifat tidak mudah mengendap pada sampai berapa lama pun hal itu terjadi karena Gaya gravitasi jauh lebih kecil jika dibandingkan energi kinetik molekul dalam larutan (lihat Gambar 8.1)

Bagaimana halnya dengan pelarutan yang cenderung membentuk endapan?



Gambar 8.1
Larutan gula



Sumber: www.chm.bris.ac.uk

Gambar 8.2
Pengendapan

Ketika ukuran partikel zat terlarut lebih besar, maka pada suatu waktu akan mulai mengendap ke bawah. Hal ini disebabkan gaya gravitasi lebih berpengaruh dibandingkan dengan energi kinetik pada larutan. Dalam keadaan ini, kita tidak lagi memiliki larutan yang homogen, tetapi lebih cenderung merupakan campuran heterogen (lihat Gambar 8.2).

Buktikan

Koloid

Alat yang digunakan : gelas kimia, batang pengaduk, corong, senter, kotak berlubang

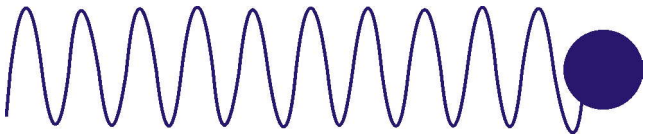
Bahan yang digunakan : Kertas saring, aquades, gula, susu bubuk, pasir

Lakukan langkah kerja berikut :

- masukkan pada tiga buah gelas kimia masing-masing 100 mL aquades
- masukkan pada gelas pertama 1 sendok gula, pada gelas kedua susu bubuk dan pada gelas ketiga pasir, aduk kurang lebih 1 menit dan diamkan kurang lebih 10 menit
- masukkan gelas kimia pertama pada kotak tertutup (bagian depan tidak tertutup) yang berlubang dengan ukuran diameter lubang sekitar 0,2 cm.
- Sinari lubang dengan senter (jika tidak dengan kotak bisa digunakan pointer), dan amati jalan berkas cahaya pada larutan.
- Ulangi langkah tersebut untuk gelas kimia kedua dan ketiga.
- Siapkan 3 buah gelas kimia bersih dan kering, berikut corong dan kertas saring

- Saring ketiganya pada gelas kimia yang berbeda dan amati apa yang tersisa pada kertas saring.
- Catat semua hasil pengamatanmu dan buatlah kesimpulan

Zat terlarut dengan ukuran partikel besar, atau dengan massa molekul tinggi dalam suatu campuran, memiliki sifat dapat berinteraksi dengan cahaya tampak. Cahaya tampak memiliki panjang gelombang antara ~400nm hingga ~750nm. Partikel dengan diameter sekitar 400nm sampai 750nm akan menghamburkan cahaya dan akan tampak keruh. Beberapa zat memiliki ukuran molekul besar tapi masih terlalu kecil untuk mengendap. Sehingga memiliki sifat partikel berukuran besar namun membentuk larutan homogen. tersebut disebut sebagai dispersi koloid atau koloid saja.



Gambar 8.3 Gelombang cahaya yang terhentikan oleh partikel ukuran tertentu

Koloid memiliki sifat antara larutan homogen dan campuran heterogen. Ini dikarenakan partikel koloid cukup kecil sehingga tumbukan acak yang terjadi dalam larutan, masih bisa menahan pengaruh gaya gravitasi yang akan menariknya keluar dari larutan dan mengendap, tetapi partikel tersebut tidak benar-benar larut dalam larutan. Larutan koloid ini dapat terdeteksi dengan memperhatikan efek penghamburan cahaya yang terjadi. Penghamburan menunjukkan bahwa dispersi koloid di sepanjang larutan terdiri dari partikel-partikel berukuran besar. Walaupun cukup kecil untuk tidak mengendap keberadaannya menunjukkan lebih mendekati sifat campuran heterogen.

8.2. Macam-macam Sistem Koloid

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering menemukan zat yang memiliki sifat berbentuk campuran homogen namun tidak bening, atau keruh, seperti berbagai jenis minuman, susu atau *pylox*. Dispersi koloid dapat berupa gas, cairan atau pun padatan. Terdapat beberapa contoh koloid berikut ini:.



Sumber: www.chm.bris.ac.uk

Gambar 8.4 Berbagai contoh koloid

Berdasarkan jenis fasa pendispersi, yaitu zat yang memiliki jumlah lebih banyak dan fasa zat yang terdispersi koloid terbagi menjadi delapan macam. Berikut jenis koloid berikut contohnya :

Tabel 8.1 Jenis-jenis koloid

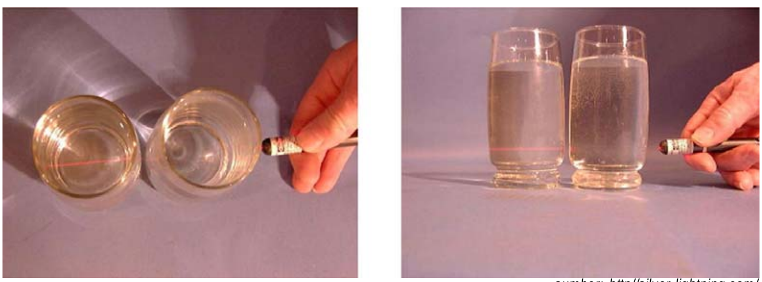
Fasa pendispersi Koloid (pelarut)	Fasa terdispersi	Nama Koloid	Contoh
Gas	Cair	Aerosol	Kabut
Gas	Padat	Aerosol padat	Asap
Cair	Gas	Busa	Buih Krim
Cair	Cair	Emulsi	Susu
Cair	Padat	Sol	Cat
Padat	Gas	Busa Padat	*Marshmallow*
Padat	Cair	Emulsi Padat	Mentega
Padat	Padat	Sol Padat	Gelas *Ruby*

8.3. Sifat-Sifat Koloid

Koloid mempunyai sifat-sifat yang khas, misalnya menunjukkan efek *Tyndall*, gerak *Brown*, dan mempunyai muatan listrik.

1. Efek Tyndall

Gejala pemantulan dan pembauran cahaya oleh partikel dispersi sistem koloid disebut *efek Tyndall*. Gejala ini pertama kali ditemukan oleh *Michael Faraday* kemudian diselidiki lebih lanjut oleh *John Tyndall* (1820 – 1893), seorang ahli Fisika bangsa Inggris. Efek *Tyndall* dapat digunakan untuk membedakan larutan sejati dari koloid. Untuk memahami efek *Tyndall*, perhatikan Gambar 8.5.



sumber: http//silver-lightning.com/

Tampak atas **Tampak samping**

Gambar 8.5 efek *Tyndall*

Gelas sebelah kiri berisi larutan koloid dan sebelah kanan berisi larutan sejati. Dari gambar terlihat berkas cahaya yang melewati larutan koloid terlihat nyata, sedangkan pada larutan sejati tidak terlihat. Terlihatnya berkas cahaya tersebut

disebabkan berkas cahaya yang mengenai partikel koloid akan dihamburkan oleh partikel tersebut.

Efek Tyndall juga terjadi pada pancaran matahari ke bumi. Pada waktu siang hari yang cerah, maka langit akan berwarna biru. Hal ini terjadi karena sinar matahari melewati partikel-partikel koloid di udara. Hanya komponen sinar matahari dengan panjang gelombang kecil (energi besar) yang dipantulkan, sinar yang dapat dipantulkan tersebut adalah sinar biru, nila. Hal ini terjadi akibat posisi matahari berada pada posisi jauh dari horizon.

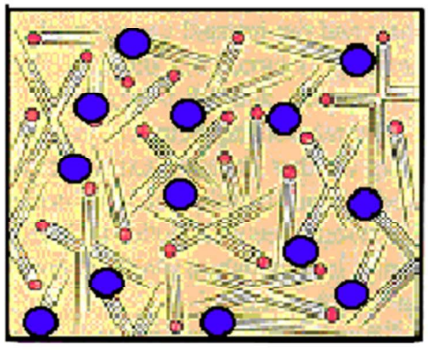
Tugas Mandiri

Jika di siang hari warna langit biru, kenapa menjelang pagi atau sore hari warna langit cenderung kuning kemerah-merahan atau jingga? Coba kamu jelaskan

2. Gerak Brown

Gerak *Brown* adalah gerak lurus partikel-partikel koloid yang arahnya tidak menentu yang disebabkan oleh tumbukan dari molekul-molekul medium pendispersi dengan partikel-partikel koloid. Perhatikan Gambar 8.6 berikut!

Gerak *Brown* bisa berlangsung terus karena gaya yang bekerja pada partikel itu dihasilkan terus menerus oleh tumbukan partikel dengan partikel dan partikel dengan molekul medium pendispersi. Hal ini menyebabkan berkurangnya efek gaya gravitasi bumi terhadap partikel fasa dispersi. Oleh karena gaya gravitasi tidak dapat mengatasi seluruh gaya yang timbul pada tumbukan partikel yang menyebabkan gaya *Brown* itu, maka partikel koloid tidak dapat mengendap. Gerakan partikel koloid yang tidak menentu arahnya ini pertama kali ditemukan oleh seorang sarjana Biologi bernama *Robert Brown (1773-1859).*

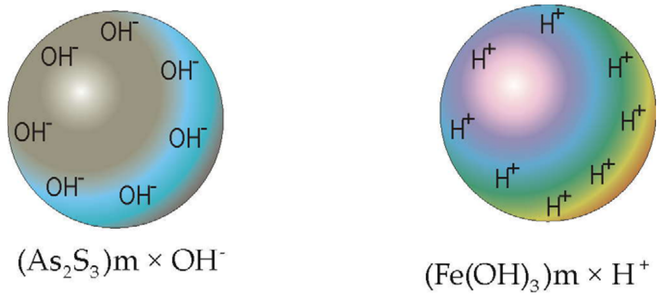


Gambar 8.6 Tumbukan antar partikel dalam dispersi

3. Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa di mana suatu zat menempel pada permukaan zat lain, seperti ion H^+ dan OH^- dari medium pendispersi. Untuk berlangsungnya *adsorpsi*, minimum harus ada dua macam zat, yaitu zat yang tertarik disebut *adsorbat*, dan zat yang menarik disebut *adsorban*. Apabila terjadi penyerapan ion pada permukaan partikel koloid maka partikel koloid dapat bermuatan listrik yang muatannya ditentukan oleh muatan ion-ion yang mengelilinginya.

Contoh: Koloid $Fe(OH)_3$ dalam air menyerap ion hidrogen (ion H^+) sehingga partikel bermuatan positif, sedangkan koloid As_2S_3 menyerap ion hidroksida (ion OH^-) sehingga partikel bermuatan negatif.



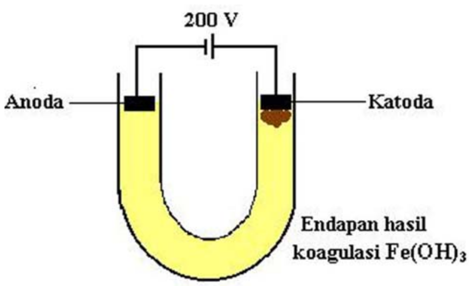
Gambar 8.7 **Absorbsi pada permukaan koloid**

Mari diskusi

Apakah kamu mengetahui apa yang dimaksud dengan tawas? Coba kamu baca komposisi zat pada deodorant yang ada di toko-toko? Apa fungsinya tawas dalam deodorant tersebut. Apa penyebabnya? Coba kamu diskusikan bersama teman-temanmu.

4. Elektroforesis

Peristiwa elektroforesis adalah peristiwa mengalirnya partikel-partikel koloid menuju elektroda, bergeraknya partikel koloid ke dalam satu elektroda menunjukkan bahwa partikel-partikel koloid bermuatan listrik. Gejala ini dapat diamati dengan menggunakan alat *sel elektroforesis* seperti pada gambar 8.8.



Gambar 8.8 **sel elektroforesis**

Dispersi koloid dimasukkan ke dalam tabung U kemudian dicelupkan elektroda pada mulut tabung. Apabila kawat dihubungkan dengan sumber arus listrik searah dan arus listrik mengalir lewat elektroda positif dan negatif maka partikel koloid akan bergerak ke salah satu elektroda.

Partikel dispersi koloid yang bermuatan negatif akan bergerak menuju elektroda bermuatan negatif. Dengan menggunakan sel elektroforesis dapat ditentukan muatan dari partikel koloid.

Elektroforesis dapat dipakai untuk memisahkan protein-protein dalam larutan. Muatan pada protein berbeda-beda, tergantung pH. Dengan membuat pH larutan tertentu (misalnya dalam larutan penyangga), pemisahan molekul-molekul protein yang berlainan jenis terjadi.

5. Koagulasi

Koagulasi adalah penggumpalan koloid yang disebabkan oleh penambahan elektrolit atau terjadinya perubahan fisik melalui cara mekanik.

a. Koagulasi dengan penambahan zat kimia/elektrolit

Ion yang efektif untuk menggumpalkan koloid ialah ion yang muatannya berlawanan dengan muatan koloid.

Contoh :

1) Koloid $Fe(OH)_3$ dicampur dengan koloid As_2S_3.
2) Sol emas yang bermuatan negatif dapat dikoagulasikan dengan NaCl, $CaCl_2$, atau $AlCl_3$
3) Partikel-partikel karet dalam lateks digumpalkan dengan penambahan asam cuka

b. Koagulasi mekanik

Koagulasi dengan cara mekanik dapat dilakukan dengan pemanasan, pendinginan atau pengadukan.

Contoh :

1) Telur rebus
2) Pembuatan agar-agar
3) Pembuatan *lem*

Apakah kamu pernah berjalan-jalan di sekitar muara sungai, jika pernah mungkin kamu pernah melihat daratan kecil di tengah muara tersebut. Daratan kecil tersebut sering dinamai sebagai delta. Delta terbentuk dari pengendapan partikel koloid, karena partikel koloid yang bermuatan mengalami reaksi dengan muatan lawannya ketika partikel tersebut terbawa oleh air sungai dan bertemu dengan air laut yang kaya dengan elektrolit. Hal itu terjadi karena keberadaan ion pasangannya menyebabkan partikel koloid berkumpul bersama akibat menghilangkannya tolakan muatan antar partikel.

Atau mungkin kamu pernah merebus telur? Telur yang berbentuk cairan kental menggumpal ketika terkena panas, hal ini dikarenakan pemanasan atau penambahan elektrolit dapat menyebabkan partikel koloid berkumpul bersama atau terkoagulasi. Panas meningkatkan energi kinetik dan kecepatan tumbukan antar molekul pada partikel koloid. Partikel tersebut memiliki kecenderungan untuk berkumpul bersama, sehingga terbentuk gumpalan yang semakin membesar.

Proses koagulasi koloid dapat dimanfaatkan untuk proses penjernihan air. Air sungai yang mengandung partikel koloid lumpur halus yang bermuatan negatif dicampur dengan koloid $Al(OH)_3$ yang bermuatan positif sehingga terjadi koagulasi dan mengendap. Disamping itu ion Al^{3+} yang terdapat dalam medium koloid $Al(OH)_3$ secara langsung menetralkan muatan koloid Lumpur. Setelah itu air dipisahkan dari endapan dengan cara disaring. Koloid $Al(OH)_3$ diperoleh dari hidrolisis Al^{3+} dari aluminium sulfat($Al_2(SO_4)_3$) atau tawas aluminium.

6. Liofil dan Liofob

Berdasarkan daya tarik-menarik antar partikel fase terdispersi dan medium pendispersinya, sol dibedakan menjadi sol liofil dan sol liofob. Sol liofil adalah sol

yang fase terdispersinya mempunyai kemampuan menarik medium pendispersi. Contoh, gelatin dalam air dan putih telur dalam air. Sol liofob adalah sol yang fase terdispersinya tidak menarik medium pendispersi. Contoh, As_2S_3 dalam air, garam sulfida dalam air, dan belerang dalam air. Perbedaan sol liofil dengan sol liofob dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8.2 Perbedaan sol liofil dan sol liofob

Sol Liofil	Sol Liofob
• Reversibel	• Tidak reversibel
• Stabil	• Kurang stabil
• Gerak Brown kurang jelas	• Gerak Brown sangat jelas
• Efek Tyndall lemah	• Efek Tyndall kuat
• Sukar diendapkan dengan penambahan elektrolit	• Mudah diendapkan dengan penambahan elektrolit
• Kebanyakan dapat dibuat gel	• Hanya beberapa yang dapat dibuat gel
• Partikel terdispersi dapat menyerap molekul	• Partikel terdispersi menyerap ion
• Penyusunnya senyawa organik, Contoh: protein	• Penyusunnya senyawa anorganik .Contoh: As_2S_3

8.4. Pembuatan Koloid

Pada prinsipnya pembuatan koloid adalah mengubah partikel-partikel berukuran ion, atom, atau molekul menjadi partikel-partikel koloid. Atau mengubah partikel besar menjadi koloid. Untuk memperoleh suatu sistem koloid dapat dilakukan dengan cara kondensasi, dispersi, dan cara gabungan.

1. Cara Kondensasi

Cara kondensasi yaitu dengan mengubah partikel-partikel yang lebih kecil menjadi partikel yang lebih besar yaitu partikel koloid.

Hal yang harus diperhatikan pada pengerjaan cara kondensasi adalah menjaga ukuran partikel koloid, karena partikel yang terlalu besar akan mengendap. Untuk menghindari penggumpalan selama kondensasi berlangsung maka selama kondensasi dimulai, larutan sudah harus lewat jenuh dan bibit-bibit kondensasi harus sudah terbentuk. Bibit kondensasi ini sangat diperlukan bagi pembentukan partikel.

Partikel sistem koloid yang dihasilkan umumnya bergantung pada:

a. Tingkatan lewat jenuh yang diperoleh,
b. Jumlah bibit kondensasi yang menjadi pusat proses kondensasi,
c. Kecepatan perpindahan partikel berukuran kecil ke arah bibit kondensat. Untuk memperoleh ukuran partikel koloid yang sama maka pada saat permulaan kondensasi, bibit kondensat harus sudah terbentuk.

Cara kondensasi dapat dilakukan dengan reaksi hidrolisis, reaksi oksidasi, reaksi reduksi, kesetimbangan ion, dan mengubah pelarut.

a. Reaksi hidrolisis

Cara reaksi hidrolisis dapat dipakai untuk membuat koloid basa logam seperti Al, Fe, dan Cr, karena basa logam tersebut berbentuk koloid.

Contoh :

Pembuatan sol $Fe(OH)_3$

Tambahkan beberapa mL $FeCl_3$ ke dalam air panas, kemudian diaduk sampai larutan berwarna merah coklat.

Reaksi : $FeCl_3 + 3\ H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\ HCl$

Sol $Fe(OH)_3$ yang terbentuk dapat tahan lama dan partikelnya bermuatan positif karena mengadsorpsi ion H^+.

b. Reaksi oksidasi

Pembuatan sol dengan cara oksidasi, misalnya pembuatan sol belerang. Sol belerang dapat dibuat dengan mengalirkan gas H_2S ke dalam larutan SO_2.Pada reaksi di atas SO_2 dioksidasi menjadi S.

c. Reaksi reduksi

Sol dari logam dari Pt, Ag, dan Au dapat dibuat dengan cara mereaksikan larutan logam dengan zat pereduksi misalnya $FeSO_4$ dan formaldehida.

Contoh : $2\ AuCl_3 + 3\ SnCl_2 \longrightarrow 3\ SnCl_4 + 2\ Au$

Pad reaksi tersebut ion A^{3+} direduksi menjadi Au (logam). Au padat adalah partikel fase dispersi yang terbentuk dan menyusun sol emas. Warna sol emas yang terbentuk bisa bermacam-macam tergantung kepada besarnya partikel Au, umumnya berwarna biru sampai merah delima.

d. Kesetimbangan ion

1) Pembuatan sol AgCl
   Pada larutan $AgNO_3$ ditambahkan larutan HCl yang sangat encer.
   Reaksi: $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl$
2) Pembuatan sol As_2S_3
   Pada larutan H_2S encer ditambahkan oksida arsen (As_2O_3)
   Reaksi: $As_2O_3 + 3\ H_2S \longrightarrow As_2S_3 + 3\ H_2O$
   Sol As_2O_3 berwarna kuning, bermuatan negatif, dan termasuk liofob.

e. Mengubah pelarut

Cara kondensasi ini dilakukan untuk menurunkan kelarutan suatu zat terlarut
Contoh:

Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah

1) Belerang larut dalam etanol tapi tidak larut dalam air
   Bila larutan jenuh belerang dalam etanol dituangkan dalam air, maka akan terbentuk sol belerang. Hal ini terjadi akibat menurunnya kelarutan belerang di dalam campuran tersebut
2) Indikator fenolftalein larut dalam etanol tetapi tidak larut dalam air.
   Bila air ditambahkan ke dalam larutan fenolftalein dalam etanol terbentuk cairan seperti susu.

2. Cara Dispersi

Pembuatan koloid dengan cara dispersi yaitu dengan memecah molekul besar menjadi molekul-molekul lebih kecil yang sesuai dengan ukuran partikel koloid.

a. Cara mekanik

Dengan cara mekanik, partikel kasar dipecah sampai halus. Dalam laboratorium kimia pemecahan partikel ini dilakukan dengan menggunakan lumping dan palu kecil., sedangkan dalam industri digunakan mesin penggiling koloid. Zat yang sudah halus dimasukkan ke dalam cairan sampai terbentuk suatu sistem koloid.

Contoh: Pembuatan sol belerang

Mula-mula belerang dihaluskan kemudian didispersikan ke dalam air sehingga terbentuk suatu sistem koloid

b. Cara peptasi

Cara ini dilakukan dengan menambahkan ion sejenis pada suatu endapan, sehingga endapannya terpecah menjadi partikel-partikel koloid. Cara ini biasa digunakan untuk membuat sol liofil.

Contoh: Endapan AgI dapat dipeptasi dengan menambahkan larutan elektrolit dari ion sejenis, misalnya kalium iodida (KI) atau perak nitrat ($AgNO_3$)

8.5. Koloid dalam Kehidupan Sehari-Hari

Dalam kehidupan sehari-hari banyak kegunaan koloid baik langsung maupun tidak langsung.

Beberapa kegunaan koloid adalah sebagai berikut:

1. Industri kosmetika
   Bahan kosmetika seperti *foundation, finishing cream,* dan *deodorant* berbentuk koloid dan umumnya sebagai emulsi.
2. Industri tekstil
   Pada proses pencelupan bahan (untuk pewarnaan) yang kurang baik daya serapnya terhadap zat warna dapat menggunakan zat warna koloid karena memiliki daya serap yang tinggi sehingga dapat melekat pada tekstil.
3. Industri sabun dan deterjen
   Sabun dan deterjen merupakan emulgator untuk membentuk emulsi antara kotoran (minyak) dengan air.
4. Kelestarian lingkungan

Untuk mengurangi polusi udara yang disebabkan oleh pabrik-pabrik, digunakan suatu alat yang disebut *cotrell*. Alat ini berfungsi untuk menyerap partikel-partikel koloid yang terdapat dalam gas buangan yang keluar dari cerobong asap pabrik.

Sifat adsorpsi pada koloid ini menyebabkan koloid banyak digunakan dalam berbagai macam industri, misalnya sebagai berikut:

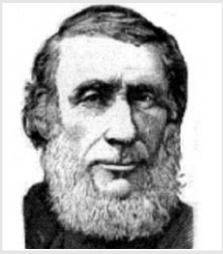
a. Industri gula, untuk proses pemutihan gula pasir.
   Gula pasir yang masih kotor (berwarna coklat) dilarutkan dalam air panas, lalu dialirkan melalui sistem koloid yang berupa tanah diatomik (mineral harus berpori) dan arang tulang. Kotoran pada gula akan diadsorpsi oleh tanah diatomik dan arang tulang sehingga gula menjadi bersih.

b. Industri tekstil, pada proses pewarnaan.
   Serat yang akan diwarnai dicampur dengan garam $Al_2(SO_4)_3$, lalu dicelupkan ke dalam larutan zat warna. Koloid $Al(OH)_3$ yang terbentuk karena hidrolisis $Al_2(SO_4)_3$, akan mengadsorpsi zat warna

c. Industri air minum, pada proses penjernihan air.
   Air yang keruh dapat dijernihkan dengan menambahkan tawas atau K_2SO_4. $Al_2(SO_4)_3$. Koloid $Al(OH)_3$ yang terbentuk akan mengadsorpsi, menggumpalkan, dan mengendapkan kotoran-kotoran dalam air.

Sifat elektroforesis koloid digunakan dalam industri lateks, untuk melapisi logam-logam dengan lateks koloid (karet), atau mengecatkan anti karat pada badan mobil. Partikel-partikel lateks yang bermuatan, cat dan sebagainya tertarik dan menempel pada logam akibat logam diberi muatan listrik yang berlawanan dengan muatan lateks koloid.

Sang Ilmuwan



JOHN TYNDALL (1820-1893) lahir pada 2 Agustus 1820 di Leighlin Bridge Irlandia. Ia terkenal dengan eksperimen transfaransi gas dan absorbsi radiasi panas oleh gas dan transmisi suara melalui udara. Tyndall menunjukkan bahwa ozon lebih menunjukkan sifat sebagai kumpulan oksigen dibandingkan sebagai hidrogen seperti yang orang duga sebelumnya. Ia merupakan pelopor pembuatan alat bantu pernafasan untuk para pemadam kebakaran. Salah satu pekerjaan pentingnya adalah saluran cahaya, yang membawa pada perkembangan serat optik. Ia merupakan orang pertama yang menjelaskan kenapa langit berwarna biru dan ia dijuluki sebagai bapak koloid.

Sumber: http://www.chem.bris.cs.uk

Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah

Tugas Mandiri

Lihat lingkungan sekitarmu, sungai, selokan, sumur atau mungkin air yang kamu pakai sehari-hari apa terdapat koloid yang mencemari air pada lingkungan tersebut. Coba kamu susun penelitian untuk mengujinya, kemudian buat makalah tentang upaya untuk mengatasinya dan kamu presentasikan di depan kelas.

Rangkuman

- Koloid atau dispersi koloid adalah bentuk materi yang memiliki sifat di antara larutan dan campuran atau suspensi. Berdasarkan jenis fasa pendispersi, yaitu zat yang memiliki jumlah lebih banyak dan fasa zat yang terdispersi koloid terbagi menjadi aerosol, aerosol padat, busa, busa padat, emulsi, emulsi padat, sol dan sol padat.
- Gejala pemantulan dan pembauran cahaya oleh partikel dispersi sistem koloid disebut gejala atau *efek Tyndall*
- Gerak *Brown* adalah gerak lurus partikel-partikel koloid yang arahnya tidak menentu yang disebabkan oleh tumbukan dari molekul-molekul medium pendispersi dengan partikel-partikel koloid
- Adsorpsi adalah peristiwa di mana suatu zat menempel pada permukaan zat lain, seperti ion H^+ dan OH^- dari medium pendispersi
- *Sel elektroforesis* merupakan alat untuk mengamati peristiwa elektroforesis dimana partikel-partikel koloid bergerak menuju elektroda yang menunjukkan bahwa partikel-partikel koloid bermuatan listrik.
- Koagulasi adalah penggumpalan koloid yang disebabkan oleh penambahan elektrolit atau terjadinya perubahan fisik melalui cara mekanik.
- Berdasarkan daya tarik-menarik antar partikel fase terdispersi dan medium pendispersinya, sol dibedakan menjadi sol liofil dan sol liofob. Sol liofil adalah sol yang fase terdispersinya mempunyai kemampuan menarik medium pendispersi, sedangkan Sol liofob adalah sol yang fase terdispersinya tidak menarik medium pendispersi
- Pembuatan koloid dengan cara yaitu dengan mengubah partikel-partikel yang lebih kecil menjadi partikel yang lebih besar yaitu partikel koloid. Cara kondensasi dapat dilakukan dengan reaksi hidrolisis, reaksi oksidasi, reaksi reduksi, kesetimbangan ion, dan mengubah pelarut

- Pembuatan koloid dengan cara dispersi yaitu dengan memecah molekul besar menjadi molekul-molekul lebih kecil yang sesuai dengan ukuran partikel koloid. Cara dispersi dapat dilakukan dengan cara mekanik seperti pemecahan dan penggilingan

Uji Kemampuan

1. Coba kamu jelaskan apa yang dimaksud dengan istilah :
   a. dispersi koloid
   b. efek tyndall
   c. gerak Brown
   d. koagulasi
2. Sebutkan fasa pendispersi dan terdispersi dari ;
   a. busa deterjen
   b. hair spray
   c. Cat tembok
   d. Pelembab kulit
3. Jelaskan bagaiman proses elektroforesis dilakukan ?
4. Jelaskan mengapa dispersi koloid stabil atau tidak mudah terkoagulasi?
5. Jelaskan bagaimana cara mengkoagulasi koloid!

TRy Out



Find the match couple from left to the right side!

Marsmallow	●	●	Emulsion
Could	●	●	Marsmallow
Paint	●	●	Aerosol
Milk	●	●	Solid Foam

Uji Kompetensi

1. Yang merupakan koloid jenis aerosol adalah :
   A. tinta
   B. marshmelow
   C. susu
   D. gel
   E. kabut
2. Sistem koloid dengan fasa pendispersi gas dan fasa terdispersi padat disebut:
   A. buih
   B. gel
   C. aerosol padat
   D. sol
   E. emulsi
3. Buih sabun timbul akibat terbentuknya koloid dengan fasa terdispersi dan fasa pendispersi .....
   A. cair dan gas
   B. cair dan cair
   C. padat dan cair
   D. cair dan padat
   E. gas dan cair
4. Jenis koloid berikut adalah sol kecuali:
   A. Tinta
   B. minyak ikan
   C. marshmellow
   D. larutan $Fe(OH)_3$
   E. Cat
5. Peristiwa yang tidak termasuk koagulasi adalah :
   A. penggumpalan lateks
   B. pengobatan sakit perut
   C. pengendapan debu pada cerobong asap
   D. penjernihan lumpur dari air sungai
   E. pembentukan delta pada muara sungai
6. Cara pembuatan koloid secara dispersi terdapat pada :
   A. sol As_2-S_3 dibuat dengan mengalirkan gas H_2S ke dalam larutan AS_2-O_3
   B. sol belerang dibuat dengan mengalirkan gas H_2S ke dalam larutan S-O_2
   C. sol AgCl dapat dibuat dengan mereaksikan perak nitrat encer dengan larutan HCl
   D. sol emas dapat dibuat dengan melompatkan bunga api listrik dari elektrode Au ke dalam air
   E. sol $Fe(OH)_3$ dibuat dengan menambahkan larutan $FeCl_3$ jenuh ke dalam air yang mendidih

7. Pembuatan sol $Fe(OH)_3$ dilakukan dengan cara :
   a. hidrolisis
   b. kondensasi
   c. reaksi redoks
   d. disperse
   e. peptasi

8. Jenis koloid dengan fasa terdispersinya cair dan fasa pendispersinya gas adalah…
   a. Gel
   b. Sol
   c. Busa
   d. emulsi
   e. aerosol cair

9. Diantara zat berikut adalah sistem koloid, kecuali….
   a. kabut
   b. debu
   c. awan
   d. asap
   e. udara

10. Koloid dapat mengalami peristiwa koagulasi. Untuk mengkoagulasi As_2S_3 secara efektif ditambahkan:
   a. K_3PO_4
   b. $FeSO_4$
   c. $Ba(NO_3)_2$
   d. $MgSO_4$
   e. $FeCl_3$

11. Kestabilan suatu koloid dapat terganggu oleh keberadaan suatu zat elektrolit. Untuk menghilangkannya dilakukan proses :
   a. dialisis
   b. elektroforesis
   c. koagulasi
   d. elektrolisis
   e. peptisasi

12. Langit berwarna biru, karena salah satu sifat koloid yang kita kenal sebagai:
   a. gerak borwn
   b. elektroforesis
   c. adsorpsi
   d. efek Tyndall
   e. koagulasi

13. Diantara koloid berikut yang memiliki fasa pendispersi padat adalah :
   a. cat
   b. awan
   c. mentega
   d. lem kertas
   e. susu

14. Dari cara pembuatan koloid berikut :
   1. reaksi redoks
   2. hidrolisis
   3. peptisasi
   4. pengerusan

   Yang termasuk cara pembuatan secara dispersi adalah :
   a. 1 dan 2
   b. 2 dan 3
   c. 3 dan 4
   d. 1 dan 3
   e. 2 dan 4

15. Jika zat-zat berikut dilarutkan kedalam air kemudian dikocok dan dipanaskan:
    (1) garam dapur (2) sabun
    (3) tepung kanji (4) gula putih
    maka yang akan menghasilkan sistem koloid adalah....
    a. 1 dan 2
    b. 2 dan 3
    c. 3 dan 4
    d. 1 dan 3
    e. 2 dan 4
16. Koloid berikut dibuat dengan metoda kondensasi, kecuali...
    a. sol NiS
    b. sol belerang
    c. sol AgCl
    d. sol $Fe(OH)_3$
    e. sol As_2S_3
17. Kabut adalah sistem koloid dari :
    a. gas dalam cair
    b. gas dalam padat
    c. cair dalam gas
    d. cair dalam cair
    e. gas dalam gas
18. Larutan koloid dimurnikan dengan cara :
    a. kristalisasi
    b. ultra mikroskop
    c. dialisis
    d. distilasi
    e. penguapan
19. Sistem koloid yang partikel-partikelnya menarik molekul pelarutnya disebut sebagai :
    a. Liofil
    b. Liofob
    c. Hidrofil
    d. Hidrofob
    e. Elektrofil
20. Diantara zat dibawah ini yang tidak dapat membentuk koloid liofil dalam air adalah :
    a. Kanji
    b. Belerang
    c. Gelatin
    d. Sabun
    e. Agar-agar

Glosari

Adsorpsi	:	proses penyerapan partikel cahaya oleh partikel materi
Adsorban	:	zat yang mengalami proses adsorpsi
Akumulator	:	Sel elektrokimia dengan elektroda timbal dan timbal oksida
Anion	:	Ion bermuatan negatif
Atom	:	Partikel terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki sifat unsur tersebut
Awan elektron	:	kumpulan elektron yang posisinya tidak jelas sehingga dianggap berupa awan
Berat	:	besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada massa
Berat atom	:	berat relatif suatu atom
Bilangan oksidasi(biloks)	:	muatan yang dimiliki atom jika senyawa diuraikan menjadi ion
Dekomposisi	:	penguraian suatu zat
Delta	:	endapan yang terbentuk di muara sungai
Diatomik	:	molekul hasil gabungan dua atom sejenis
Elektrolit	:	zat yang terionisasi ketika dilarutkan sehingga dapat menghantarkan listrik
Elektron	:	subpartikel yang bermuatan negatif
Elektron valensi	:	elektron yang terdapat pada kulit terluar suatu atom
Elektronegatif	:	sifat cenderung bermuatan negatif suatu atom atau molekul
Energi kinetik	:	energi yang timbul dari gerakan partikel atau benda
Enzim	:	zat yang berfungsi membantu proses yang terjadi didalam tubuh
Fiber	:	bahan serat, berupa polimer tertentu
Golongan	:	kolom-kolom pada sistem periodik unsur yang menunjukkan kelompok unsur dengan sifat yang serupa karena elektron valensinya
Grafit	:	alotrof karbon yang dapat menghantarkan listrik
Heterogen	:	serba aneka, sehingga dapat dibedakan secara kasat mata
Hidrida	:	senyawa logam dengan hidrogen
Hidrogenasi	:	reaksi pengikatan atom hidrogen
Hidrolisis	:	reaksi zat dengan air
Homogen	:	serba sama, sehingga tidak dapat dibedakan secara kasat mata
Hukum kekekalan energi	:	hukum yang menyatakan energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain
Indikator	:	alat ukur suatu keadaan, misalnya derajat keasaman
Intan	:	alotrof karbon yang merupakan material terkeras di bumi
Inti	:	bagian dalam suatu atom dalam struktur suatu atom
Ion	:	partikel yang memiliki muatan, atau tidak netral

Karat	:	oksida logam yang bersifat rapuh dan tidak diinginkan terbentuk
Katalis	:	zat yang berfungsi mempercepat laju reaksi
Kation	:	ion bermuatan positif
Keektronegatifan	:	kemampuan satu atom untuk menarik sebuah elektron dalam suatu ikatan
Kulit	:	bagian luar tempat elektron berada dalam suatu atom
Larutan	:	campuran serba sama antara zat pelarut dan zat terlarut
Larutan elektrolit	:	larutan yang bersifat dapat menghantarkan listrik
Larutan non elektrolit	:	larutan yang tidak dapat menghantarkan listrik
Lingkungan	:	bagian dari alam dimana pengkuran dilakukan terhadap sistem
Logam	:	Kelompok unsur yang memiliiki kilap,kemampuan menghantarkan listrik, panas dan dapat ditempa
Massa	:	besaran yang menunjukkan jumlah partikel yang dimiliki suatu zat
Massa atom relatif	:	perbandingan 1/12 massa suatu atom terhadap massa atom karbon-12
Massa molekul relatif	:	perbandingan 1/12 massa suatu molekul terhadap massa atom karbon-12
Materi	:	segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang
Material Optik	:	zat atau bahan yang memiliki interaksi tertentu dengan sinar/cahaya
Medan listrik	:	ruang yang masih dipengaruhi oleh listrik yang bekerja disekitarnya
Mol	:	satuan yang menunjukkan banyaknya partikel dibandingkan terhadap bilangan avogadro ($6{,}02 \times 10^{23}$)
Molekul	:	gabungan dua atau lebih atom yang disatukan oleh sebuah ikatan kimia
Nomor atom	:	nomor yang menunjukkan jumlah proton suatu atom
Non logam	:	Kelompok unsur yang tidak memiliki sifat logam
Oksidasi	:	reaksi kenaikan biloks suatu unsur
Pelarut	:	zat yang memiliki jumlah yang paling banyak dalam campuran suatu larutan
Perioda	:	Baris suatu sistem periodik yang menunjukkan letak suatu atom pada kulit yang sama
Polar	:	Sifat senyawa yang mengalami pengkutuban akibat perbedaan keelektronegatifannya
Pupuk	:	Zat yang merupakan unsur hara tanah tertentu yang dibutuhkan tumbuhan untuk tumbuh
Reduksi	:	reaksi penurunan bilangan oksidasi
Rumus kimia	:	penulisan suatu senyawa sebagai lambang atom dan jumlahnya
Senyawa	:	zat tunggal yang terbentuk dari gabungan beberapa unsur
Sifat fisika	:	sifat yang menunjukkan kualitas suatu materi dan tidak berhubungan dengan pembentukan materi jenis baru, contoh sifat fisika titik didih, titik leleh, kerapatan, bau, rasa, warna
Sifat kimia	:	sifat yang berhubungan dengan kemampuan pembentukan materi jenis baru, contoh : mudah terbakar, mudah terbakar, oksidator dll
Sistem	:	bagian kecil dari alam yang menjadi pusat perhatian, misalnya gelas kimia tempat terjadinya reaksi kimia

Sistem periodik unsur	:	susunan unsur berdasarkan kenaikan jumlah proton, dan kesamaan jumlah elektron valensinya
Subkulit	:	Orbital tertentu penyusun kulit atom
Sudut ikatan	:	sudut yang terbentuk akibat tolakan antar atom atau elektron dalam suatu ikatan
Tekanan	:	besaran yang menunjukkan gaya yang bekerja persatuan luas
temperatur	:	besaran yang menunjukkan aliran kalor dalam suatu sistem
Titik didih	:	Suhu yang ditunjukkan saat perubahan zat dari fasa cair ke gas
Titik leleh	:	Suhu yang ditunjukkan saat perubahan zat dari fasa padat ke cair
Titrasi	:	teknik labolatorium untuk menentukan jumlah kuantitatif suatu zat dalam suatu larutan
Tumbukan	:	tabrakan antar partikel, yang melibatkan energi kinetik dari partikel tersebut
Tumbukkan efektif	:	tumbukkan yang menghasilkan reaksi
Unsur	:	zat tunggal yang tidak dapat disederhanakan lagi menjadi zat lain melalui reaksi kimia biasa
Zat	:	suatu materi yang memiliki sifat spesifikasi, misalnya : asam, basa, garam, logam, nonlogam
Zat hasil reaksi	:	zat yang terbentuk dari suatu reaksi
Zat pereaksi	:	zat yang akan mengalami perubahan dalam suatu reaksi kimia
Zat Terlarut	:	zat yang jumlahnya lebih sedikit dalam suatu larutan

Indeks

Abu kayu
Adsorpsi 151, 157
Adsorban 151
Aerosol 150
Aerosol padat 150
Air 41, 102, 128, 134
Akumulator 94
alizarin yellow 18
Amoniak 21, 27, 28, 68, 69, 84, 93, 105, 114
Anion 25, 134,
Argon 9,
Arrhenius 102, 103,
Asam 43, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 112, 113, 118, 128, 132, 134
Asam asetat (cuka) 116, 117
Asam Klorida 42, 58, 59, 60, 61
Asam Lewis 105
Asam pirosulfat 94
Asam sulfat 62, 94
Asap 150
Asetaldehid 26
Asetonitril 26
Atom 1, 2, 6, 7, 19, 20, 23, 26
Aturan aufbau 6
Aturan hund 8
Awan elektron 1
Basa 43, 101, 102, 103, 104, 107, 114, 115, 116, 118, 128, 132, 134
Basa Lewis 106
Belerang 94, 155, 156
Belerang dioksida 94
Bentuk bengkok (bentuk V) 28
Bentuk geometri 20, 24
Bentuk jungkitan 24
Bentuk molekul 20, 22, 23, 25
Bentuk T 24
Benzena 62
Berilium 8, 20, 21,
Berzelius 102
Besi 62, 68, 80, 93,
Bilangan oksidasi(biloks) 104
Bilangan kuantum 2
Bilangan kuantum azimut 3, 6, 11
Bilangan kuantum magnetik 3, 5
Bilangan kuantum putaran elektron 7, 8
Bilangan kuantum utama 2, 3, 6
Bohr 2, 11
Boron 8
Bosch 69
Brom 9, 65, 89,
Bromophenol blue 18
Bromothymol blue 18
Bronsted 103, 104, 105, 106
Brown 151
Buih Krim 150
Busa 150
Busa Padat 150
Campuran heterogen 149
Campuran homogen 149
Cat 150
Chlorophenol red 18
COD 119
Debye 31
Dekomposisi 44
Delta 153
Derajat disosiasi 110
Detergen 94
Diagram tingkat energi 7, 41, 45, 46
Diatomik 19, 20, 63,
Dimethyl yellow 18
Dimetil eter 26
Dipol 26
Dispersi 154, 156
Domain elektron 22, 23
Efek Tyndall 147, 150, 151
Eksoterm 40, 41, 42, 89
elektroforesis 152, 157
Elektrolit 153
Elektron 2, 6, 8, 9, 10, 20, 21, 27,
Elektron valensi 9, 10, 11, 21, 23, 24, 104, 107,
Elektronegatif 28
Emulsi 150
Emulsi Padat 150

Endapan 148
Endoterm 40, 42, 44,
Energi 27, 39, 60, 61, 62, 63,
Energi aktivasi 60, 61, 62, 63,
Energi kinetik 27, 61, 62, 153
Entalpi 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48
Entalpi pembakaran 43,
Entalpi pembentukkan 42, 43, 46, 47, 48
Entalpi pembentukkan standar 46, 47, 48
Entalpi penertalan 43,
Entalpi penguraian 43,
Enzim 64
Etana 63
Etena 63, 64
Fiber 94
Fraksi mol 84
Garam 134, 137
Gas 92
Gas mulia 9
Gaya dipol-dipol 25, 26, 29
Gaya dispersi ondon 25, 26, 27, 29
Gaya elektrostatk 25,
Gaya ion dipol 25, 30,
Gaya van der waals 25,
Gelas Ruby 150
Gelatin 154
Gerak Brown 151
Golongan 27
Goudsmit 9
Grafit 44, 45
Haber 68, 69, 93,
Hess 44, 50,
Hidrida 27
Hidrogen 2, 4, 6, 20, 64, 68, 84, 128
Hidrogen Flourida 28
Hidrogen peroksida 62
Hidrogenasi 62
Hidrolisis 134, 135, 155
Hukum aksi massa 80
Hukum kekekalan energi 45
Ikatan 2, 20, 22, 25, 48, 62, 63, 104
Ikatan hidrogen 19, 25, 27, 28, 29, 30,
Ikatan kovalen 19, 27, 63
Ikatan rangkap 22, 62, 63
Indikator 58, 59, 107, 108, 109, 118, 135, 155
Intan 44, 45
Inti 2, 4, 6, 27,
Ion 25, 30, 92, 104, 139
Ion sejenis 140, 157,
Kalium 9
Kalor 40, 42, 43,
Kalorimeter 42,
Karat 80
Karbon dioksida 44
Karbon monoksida 44
Katalis 62, 63, 68, 93, 94,
Kation 25, 136
Kebolehjadian 4, 20,
Keektronegatifan 128
Kerapatan elektron 5
kesetimbangan 80, 81, 82, 83, 85, 87, 88, 89, 91, 127, 130, 132, 137, 155
Klor 48
Koagulasi 153
Koloid 147, 148, 149, 150, 154
Kondensasi 154
Konsentrasi 59, 60, 64, 65,
Kurva titrasi 118, 119, 129
Kulit 9, 10, 24,
Laju reaksi 58, 64, 65,
Lakmus 107
Larutan 25, 82, 105, 148, 149
Larutan elektrolit 110
Larutan non elektrolit 9, 128, 129
Larutan penyangga 128, 129
Le Chatelier 87, 88, 89, 91, 93, 95, 107
Lewis 104, 106,
Linier 20, 21, 22, 23, 28
Lintasan 2
Litium 7, 9
Logam 10, 64, 94
Logam transisi 10
Lowry 103, 105,
Luas permukaan 59, 61,
Magnesium(magnesia) 61
Marshmallow 150
maximillan 80
Medan listrik 26
Mekanika gelombang 2, 12
Mekanika kuantum 2
Mentega 150
Metacresol purple 18
Metana 41, 48
Metanil yellow 18
Methyl green 18
Methyl orange 18

Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah

Methyl red 18
Metil klorida 26,
Minyak bumi 69
Mol 84, 91
Molekul 19, 20, 22, 25, 26, 27, 28, 63, 90, 91
Momen dipol 27
Natrium 9
Natrium tiosulfat 60
Nikel 62, 63, 64
Niobium 11
Nitrogen 9, 68, 84,
Nylon 93
Oksidasi 155
Oksigen 128
Oktahedral 22, 24
Oktet 106
Orbital 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 20, 24
Orbital hibrid 20
Orde reaksi 64, 65, 66, 67,
Pauli 7, 12
Pauling 20,
Perak 82
Perak nitrat 82
Perubahan entalpi 40, 41, 42
pH 110, 112, 113, 115, 116, 119, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 141
Phenolphthalein 18, 107, 108
Phenol red 18, 107, 108
Piramida trigonal 23
Plastik 94
pOH 136, 141
Polar 25, 28
Probabilitas elektron 2, 4,
Propana 26
Proses Haber-Bosch 68, 93
Proses kontak 62, 94
Protein 152
Pupuk 94
pylox 149
Reaksi irreversibel 80
Reaksi reversibel 80, 105,
Schrodinger 2
Segiempat datar 24
Segitiga datar 22, 23
Seng 58, 59,
Senyawa 1, 27, 42, 43, 46, 47,
Senyawa ion 137
Setimbang dinamis 79
Sistem periodik unsur 9, 10,
Spin elektron 7
Sol 150, 153, 154
Sol Padat 150
Struktur elektron 7
Struktur lewis (Lambang Lewis) 25, 104, 106
Subkulit 3, 10, 11
Suspensi 148
Susu 150
Tawas 152, 153
Tekanan 84, 85, 90, 92, 94
Tekanan parsial 84,
Tembaga 10,
temperatur 59, 61
Teori domain elektron 22
Teori hibridisasi 20,
Teori VESPR 22
Termokimia 39
Tetapan hasil kali kelarutan 137, 138, 139
Tetapan kesetimbangan 81, 82, 83
tetrahedral 22, 23
Thymolphthalein 18
Thymol blue 18, 109
Tingkat energi 7, 10,
Titik didih 26, 27, 29,
Titik leleh 27
Titrasi 118, 119, 129
TNT 93
Trigonal bipiramid 22, 23, 24
Tumbukan 60, 61, 62, 90
Uhlenbeck 7
Unsur 11, 24
Urea 93
Vanadium 62, 94,
Van der Waals 25, 27, 30,
Waage 80, 81,
ZA 93
Zat 19
Zat Terlarut 127
Zat warna 94

Daftar Pustaka

Blaber, M., *General Chemistry I*, http://Wine1.sb.fsu.ed./, 1998.

Blaber, M., *General Chemistry II*, http://Wine1.sb.fsu.ed./, 2000.

Blaber, M., *Biochemistry I*, , http://Wine1.sb.fsu.ed./, 2001.

Bodner, G., Keys, S.,*Lecture Demonstration Manual*, http://www.chemed.chem.purdue.edu/. 2002

Clark, J., http://www.chemguide.co.uk/, 2002

Dice, D., *Acid-Base Indicators,* http://antonie.fsu.umd.edu/, 1998

Dickson, T.R., *Study Guide to Accompany Introduction to Chemistry*" 4th edition, John wiley & sans, New York,1983.

Dickson, T.R., *Introduction to Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1991

Harry Firman, *Kimia Dasar II,* FPMIPA IKIP Bandung, 1990

Keenan, C.W.(A. Hadyana Pudjaatmaka*), Kimia untuk Universitas, Erlangga*, Jakarta, 1980

Logan , R.H. *General Chemistry*, http://members.aol.com/logan20/pfactor.html, 1995

Lower, S.K., Chemical equilibrium, http:www2.sfu.ca/2001

Mc. Carron, T., Tanner 's General Chemistry, *http://www.tannerm.com, 1997.*

Michael purba, Kimia SMU Kelas 1 Semester 1, Eralngga, Jakarta, 1994.

Sibert, G., *Electronegativity and Polar Bond*, http://www.chem.vt.edu./. 2004

Nana Sutresna, *Kimia untuk SMU kelas II*, Grafindo Media Pratama, Jakarta, 2002

Nave, R., *Thermodynamics,* http://hyperphysics.asrt.gsu.edu/, 2004

Weisstein , E. W., *Eric Weisstein's World of Scientific Biography*, http://Scienceworld.Wolfram.com/, 2004.

_____, *Wikipedia the free encyclopedia*, http://en.wikipedia.org/, 2004.

_____, *The Chemheritage Fomdation*, http://www. Chemheritage.org/,2000.

______________,*Polymers and People – Introduction*, http://www.beyonddiscovery.org/,

______________, *Selected Classic Papers from the History of Chemistry*, http://webserver.lemoyne.edu/, 2004

______________, *The Columbia Electronic Encyclopedia,* 6th ed, Columbia University Press., 2003

______________, *Nobel e- Museum,* http://www.nobel.se/, 2003

______________, *Famous Scientists*, http://chem.ch.huji.ac.il/,

______________, *Titrarion modul*, http://www.cbd.edu/, 1996

______________,Pembahasan lengkap EBTANAS SMU IPA Tahun 1986 – 1996, cipta science team

______________,Siap EBTA dan penuntun masuk universitas 1984, CV. GSB, Bandung

Gambar dan Ilustrasi, http://www.zephyrus.co.uk,http://www.chem.vt.edu/, **http://alumni.imsa.edu/,** : http://journals.springer-ny.com/chedr

Kunci Jawaban

Uji Kemampuan

BAB 1

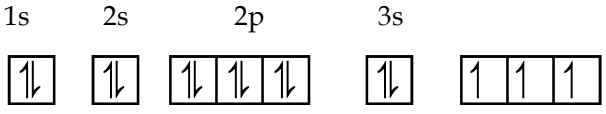
1. a. 12 menunjukan lintasan
   b. putaran elektron
   c. aturan pengisian orbital
   d. teori untuk menentukan bentuk molekul

2. 16, 2

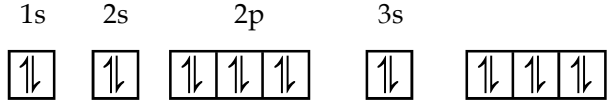
3. $_{7}N = 15^2\ 25^2\ 2p^3$
   n, l, p, m
   $_{16}S : 1s^2, 2ps^2, 2p^6, 2s^2, 3p^4$
   n, l, p, m, s

4. a. Cl
   b. M_2
   c. Rb
   d. Pr

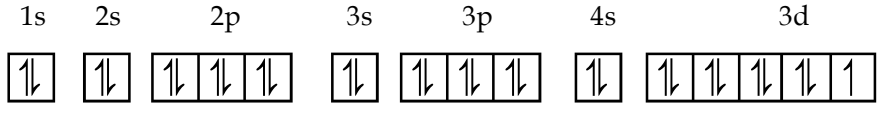
5. a. fosfor

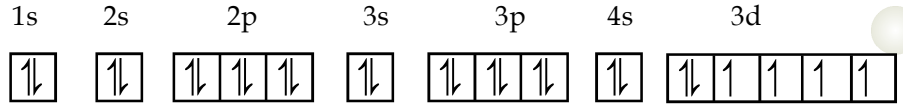
   b. klor

   c. tembaga

   d. besi

BAB 2

1. H_2O = bengkok
   NH_3 = trigonal piramid
   CH_4 = tetra hidral

2. a segitiga datar
   b. trigonal piramid
   c. linier
   d. tetra hidral

3. a. Interaksi, gaya yang terbentuk antara molekul
   b. interaksi antar molekul netral akibat adanya pengkutuban molekul
   c. interaksi antar molekul yang memiliki hidrogen atom elektronegatif
   d. suhu saat larutan mendidih

4. a. Ion -dipol
   b. dipol-dipol
   c. dipol-dipol
   d. ikatan hidrogen

5. a. Dispersi london
   b. ikatan hidrogen
   c. dipil-dipol
   d. dipol-dipol

6. adanya ikatan hidrogen

7. Jumlah dan kekuatan ikatan hidrogen

BAB 3

1 a. Reaksi yang menyerap kalor
  b. energi yang terlibat dalam reaksi bertekanan tetap
  c. kalor yang diserap/dilepas untuk menguraikan 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya.

2. a. $H_2 + ½O_2 \longrightarrow H_2O$

b. $C_2H_6 + 7/2\ O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 3H_2O$
c. $Al_2O_3 \longrightarrow 2Al + 3/2O_2$
d. $Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$

3. DHr= -1299,55

4. a. -46, 11 Kj
b. -311,38 Kj
c. -3373,66 Kj

5. a. -1354,7 Kj
b. -292 Kj
c. -3118 Kj

BAB 4

1. a. Tingkat reaksi
b. zat yang mempercepat laju reaksi
c. laju pertambahan mol hasil reaksi
d. energi yang harus dilampaui untuk bereaksi

2. a. $V= K\ [NH_3]^m$
b. $V= K\ [N_2]^m\ [H_2]^2$

3. a. 2
b. $40 \times 10^{-9} = 4,0 \times 10^{-8}$
b. $V = K\ [NaCl]^2$
c. $K = 24x\ 10^{-8}$

4. a. 3
b. V= K (No) (H2) 2
c. K= 24x10 -3

5. a. 3
b. $V = K\ [NH_3]\ [O_2]$
c. K = 1

BAB 5

1. a. Reaksi dapat balik
   b. Kesetimbangan reaksi dimana laju reaksi kedua arah sama
   c. jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi maka sistem tersebut akan mengadakan reaksi sehingga aksi menjadi sekecil-kecilnya.
   d. zat yang dapat menghantarkan arus listrik

2. 0,001

3. a. $K = \dfrac{[NO]^2}{[N_2]_8[O_2]}$

   b. $K = \dfrac{[CO_2]}{[CH_4][O_2]^2}$

   c. $K = \dfrac{[H_3O^+]\,[H_5]}{[H_{25}]\,[H_2O]}$

   d. $K = \dfrac{I}{[Pb^{2+}]\,[Cl^-]^2}$

4. a. tidak bergeser
   b. bergeser ke kiri
   c. bergeser ke kanan
   d. bergeser ke kanan

5. a. $H^2S \rightleftharpoons 2H^+ + 5^{2-}$ (H^2S)
   b. $Na_3\,PO_4 \rightleftharpoons 3\,Na^+ + PO_4^{\,3-}$ (NA^+, PO_4 $^{3-)}$
   c. $H_2\,SO_4 \rightleftharpoons$ 2H+ + SO4 3- (H+, SO4 3-
   d. $KNO_3 \rightleftharpoons K^+ + NO_3^-$ (K^+, NO_3^-)

BAB 6

1. a. boyle, asam (asam), basa (pahit)
   b. airhenius, asam : melepaskan H^+
      basa : melepaskan OH^-
   c. bronzed- Loury, asam : Melepaskan H^+
      basa : Melepaskan H^+
   d. Lewis, asam akseptor pasangan elektron
      basa donor pasangan elektron

2. $H_3O^+ + CU_3^{2-} \longrightarrow H_2O + HCO_3^-$

asam 1 — basa 2 — asam 2

3. a. 4 - log 3,2
   b. 10 - log 2
   c. 8 - log 4,1

4. 10^{-66}
5. 10^{-7} M
6. $0,1^{-7}$ M
7. 0,5 *l* H_2SO_4 1 8 M + 2 *l* air
8. a. $H^+ + Cl^- + K^+ + OH^- \longrightarrow K^+ + Cl^- + H_2O$
   b. $Na^+ + OH^+ + NCO_3^+ \longrightarrow 2H_2C + CO_3^{2-} + H_2O$
   c. $NH_3 + NaOH \longrightarrow NH_4^+ + 2OH$
9. 0,11 M
10. 0,256 M

BAB 7

1. a. larutan yang tahan terhadap penambahan sedikit asam/ basa
   b. reaksi garam dengan air
   c. pengaruh ion sejenis pada kelarutan
   d. hasil kali konsentrasi ion terlarut

2. a. 2-log 1,08
   b. 6-log 1,8

BAB 8

1. a. disperse koloid : pemecahan molekul besar menjadi koloid
   b. efek Tyndal : efek pembauran cahaya
   c. gerak Brown : gerak acak partikel
   d. koagulasi : penggumpalan partikel koloid

2. a. basa deterjen : basa pendispersi, cair
   fasa pendispersi gas
   c. cat tembok : fasa pendispersi cair, fasa terdispersi: padat
   d. pelembab kulit: fase pendispersi: cair, fasa terdispersi: padat

3. Elektroforesis terjadi pada partikel koloid yang bermuatan mengalir menuju elektroda

4. Disperssi koloid stabil atau tidak mudah terkoagulasi karena adanya gerak brown berukuran partikel koloid yang membuat gaya grafitasi tidak berpengaruh

5. Cara mengkoagulasi koloid dengan penambahan zat elektrolit atau secara mekanik

Uji Kompetensi

BAB 1	BAB 2	BAB 3	BAB 4
1. D	1. C	1. C	1. C
2. D	2. C	2. B	2. C
3. C	3. A	3. E	3. C
4. C	4. C	4. D	4. D
5. D	5. B	5. A	5. E
6. B	6. D	6. E	6. E
7. B	7. B	7. A	7. D
8. B	8. C	8. D	8. C
9. D	9. E	9. C	9. E
10. A	10. A	10. E	10. C
11. E	11. D	11. A	11. A
12. D	12. E	12. C	12. D
13. C	13. E	13. C	13. E
14. D	14. D	14. E	14. D
15. D	15. C	15. C	15. B
16. D	16. B	16. E	16. D
17. E	17. B	17. C	17. A
18. E	18. A	18. C	18. C
19. C	19. A	19. D	19. C
20. E	20. E	20. B	20.

BAB 5

1. D
2. D
3. E
4. C
5. C
6. E
7. E
8. B
9. D
10. A
11. C
12. B
13. E
14. B
15. B
16. E
17. A
18. A
19. C
20. A

BAB 6

1. D
2. E
3. D
4. B
5. C
6. A
7. D
8. B
9. B
10. C
11. E
12. C
13. C
14. B
15.
16. B
17. C
18. D
19. A
20. D

BAB 7

1. C
2. C
3. E
4. C
5. A
6. E
7. E
8. E
9. B
10. C
11. C
12. B
13. A
14. B
15. D
16. B
17. D
18. A
19. B
20. A

BAB 8

1. E
2. C
3. E
4. C
5. C
6. D
7. A
8. E
9. B
10. E
11. A
12. D
13. C
14. C
15. B
16. B
17. C
18. C
19. A
20. B

NILAI BEBERAPA TETAPAN

Tetapan	Lambang	Lambang
Bilangan Avogadro	N_0	6,02205 x 10^{23} mol^{-1}
Muatan elektron	e	1,60219 x 10^{-19} C
Satuan massa atom	sma	1,66056 x 10^{-27}kg
Massa elektron	m_e	9,10953 x 10^{-31}kg
Massa proton	m_p	1,67265 x 10^{-27}
Tetapan gas ideal	R	8,314 J $K^{-1}mol^{-1}$
		0,082 atm mol^{-1} K^{-1}

KONVERSI SATUAN

NAMA SATUAN	LAMBANG	NILAI	NAMA SATUAN	LAMBANG	NILAI
Panjang, l			**Energi, U**		
meter	m		joule	J = N·m	= kg·m^2·s^{-2}
mikron	μ	= 10^{-6} m	Erg	erg	= 10^{-7} J
ångström	Å	= 10^{-10} m	elektronvolt	eV	=~ 1.602 18 × 10^{-19} J
bohr (au)	a_0, b	~ 5.291 77 × 10^{-11} m	calorie	cal_{th}	= 4.184 J
Volume, V			**Massa, m**		
Kubik meter	m^3		kilogram	kg	
Liter	l, L	= dm^3 = 10^{-3} m^3	gram	g	= 10^{-3} kg
Waktu, t			**Gaya, F**		
detik	s		newton	N	= kg·m·s^{-2}
menit	min	= 60 s	dyne	dyn	= 10^{-5}N
Jam	h	= 3600 s	Kilogram gaya	kgf	= 9.806 65 N
Tekanan, p			**Temperature, T**		
pascal	Pa	= N·m^{-2} = kg·m^{-1}·s^{-2}	kelvin	K	
atmosfer	atm	= 101 325 Pa	derajat Celsius	°C	= T[K] - 273.15
Bar	bar	= 10^5 Pa	derajat Fahrenheit	°F	= 1.8 (T [°C]) + 32
Torr	Torr	= (101 325/760) Pa	Daya, P		
Millimeter raksa	mmHg	= 1 torr	Watt	W	= J·s^{-1} = N·m·s^{-1}
Arus listrik,I			**Muatan, Q**		
ampere	A		coulomb	C	= A.s
Tegangan, U			**Hambatan, R**		
Volt	V	= N·m·C^{-1}	Ohm	ohm	= V·A^{-1}

Sumber : http://www.wikipedia.org/

Tabel Tetapan Ionisasi Asam Basa Pada 25°C

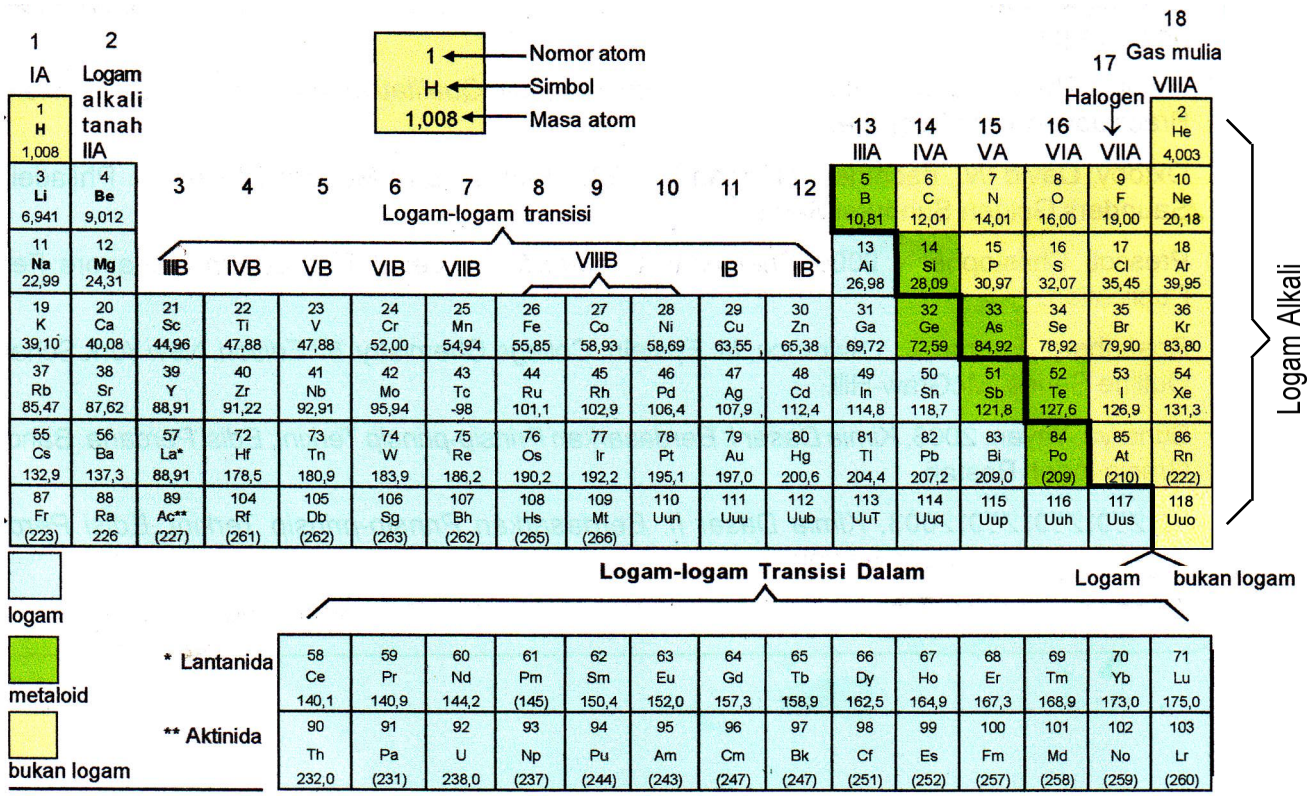
Zat	Rumus	K_a
Asam asetat	$HC_2H_3O_2$	$1,7 \times 10^{-5}$
Asam arsenat	H_3AsO_4	$6,5 \times 10^{-3}$
	$H_2AsO_4^-$	$1,2 \times 10^{-7}$
	$HAsO_4^{2-}$	$3,2 \times 10^{-12}$
Asam askorbat	$H_2C_6H_6O_6$	$6,8 \times 10^{-5}$
	$HC_6H_6O_6^-$	$2,8 \times 10^{-12}$
Asam benzoat	$HC_7H_5O_2$	$6,3 \times 10^{-5}$
Asam borat	H_3BO_3	$5,9 \times 10^{-10}$
Asam karbonat	H_2CO_3	$4,3 \times 10^{-7}$
	HCO_3^-	$4,8 \times 10^{-11}$
Asam format	$HCHO_2$	$1,7 \times 10^{-4}$
Asam sianat	HCNO	$3,5 \times 10^{-4}$
Asam sianida	HCN	$4,9 \times 10^{-10}$
Asam fluorida	HF	$6,8 \times 10^{-4}$
Ion hydrogen sulfat	HSO_4^-	$1,1 \times 10^{-2}$
Hidrogen sulfida	H_2S	$8,9 \times 10^{-8}$
	HS^-	$1,2 \times 10^{-13}$
Asam hipoklorit	HClO	$3,5x\ 10^{-8}$
Asam laktat	$HC_3H_5O_3$	$1,3 \times 10^{-4}$
Asam nitrit	HNO_2	$4,5 \times 10^{-4}$
Asam oksalat	$H_2C_2O_4$	$5,6 \times 10^{-2}$
	$HC_2O_4^-$	$5,1 \times 10^{-5}$
Asam phosfat	H_3PO_4	$6,9 \times 10^{-3}$
	$H_2PO_4^-$	$6,2 \times 10^{-8}$
	HPO_4^{2-}	$4,8 \times 10^{-13}$
Amonia	NH_3	$1,8 \times 10^{-5}$
Anilin	$C_6H_5NH_2$	$4,2 \times 10^{-10}$
Dimetilamin	$(CH_3)_2NH$	$5,1 \times 10^{-4}$
Etilamin	$C_2H_5NH_2$	$4,7 \times 10^{-4}$
Etilen diamin	$NH_2(CH_2)_2NH_2$	$5,2 \times 10^{-4}$
Hidrazin	N_2H_4	$1,7 \times 10^{-6}$
Hidroksilamin	NH_2OH	$1,1 \times 10^{-8}$
Metilamin	CH_3NH_2	$4,4 \times 10^{-4}$
Piridin	C_2H_5N	$1,4 \times 10^{-9}$
Trimetilamin	$(CH_3)_3N$	$6,5 \times 10^{-5}$
Urea	NH_2CONH_2	$1,5 \times 10^{-14}$

Tabel Tetapan Uap Air Pada Berbagai Suhu

Suhu, °C	Tekanan, mmHg
0	4,60
5	6,50
10	9,20
11	9,80
12	10,50
13	11,20
14	12,00
15	12,80
16	13,60
17	14,50
18	15,50
19	16,50
20	17,50
21	18,70
22	19,80
23	21,10
24	22,40
25	23,80
26	25,20
27	26,70
28	28,30
29	30,00
30	31,80
35	42,20
40	55,30
45	71,90
50	92,50
55	118,00
60	149,40
65	187,50
70	233,70
75	289,10
80	355,10
85	433,60
90	525,80
95	633,90
100	760,00
105	906,10
110	1051,00

Tabel Tetapan Hasil-Kali Kelarutan Pada 25°C

Zat	Rumus	K_{sp}
Aluminium hidroksida	$Al(OH)_3$	$4{,}6 \times 10^{-33}$
Barium kromat	$BaCrO_4$	$1{,}2 \times 10^{-10}$
Barium fluorida	BaF_2	$1{,}0 \times 10^{-6}$
Barium sulfat	$BaSO_4$	$1{,}1 \times 10^{-10}$
Kadmium oksalat	CdC_2O_4	$1{,}5 \times 10^{-8}$
Kadmium sulfida	CdS	$8{,}0 \times 10^{-27}$
Kalsium karbonat	$CaCO_3$	$3{,}8 \times 10^{-9}$
Kalsium fluorida	CaF_2	$3{,}4 \times 10^{-11}$
Kalsium oksalat	CaC_2O_4	$2{,}3 \times 10^{-9}$
Kalsium phosfat	$Ca_3(PO_4)_2$	$1{,}0 \times 10^{-26}$
Kalsium sulfat	$CaSO_4$	$2{,}4 \times 10^{-5}$
Kobalt(II) sulfida	CoS	$4{,}0 \times 10^{-21}$
Tembaga(II) hidroksida	$Cu(OH)_2$	$2{,}6 \times 10^{-19}$
Tembaga(II) sulfida	CuS	$6{,}0 \times 10^{-18}$
Besi(II) hidroksida	$Fe(OH)_2$	$8{,}0 \times 10^{-16}$
Besi(II) sulfida	FeS	$6{,}0 \times 10^{-18}$
Besi(III) hidroksida	$Fe(OH)_3$	$2{,}5 \times 10^{-39}$
Timbal(II) arsenat	$Pb_3(AsO_4)_2$	$4{,}0 \times 10^{-36}$
Timbal(II) klorida	$PbCl_2$	$1{,}6 \times 10^{-5}$
Timbal(II) kromat	$PbCrO_4$	$1{,}8 \times 10^{-14}$
Timbal(II) iodida	PbI_2	$6{,}5 \times 10^{-9}$
Timbal(II) sulfat	$PbSO_4$	$1{,}7 \times 10^{-8}$
Timbal(II) sulfida	PbS	2.5×10^{-27}
Magnesium karbonat	$MgCO_3$	$1{,}0 \times 10^{-5}$
Magnesium hidroksida	$Mg(OH)_2$	$1{,}8 \times 10^{-111}$
Magnesium oksalat	MgC_2O_4	$8{,}5 \times 10^{-5}$
Mangan(II) sulfida	MnS	$2{,}5 \times 10^{-10}$
Merkuri(I) klorida	Hg_2Cl_2	$1{,}3 \times 10^{-18}$
Merkuri(II) sulfida	HgS	$1{,}6 \times 10^{-52}$
Nikel(II) hidroksida	$Ni(OH)_2$	$2{,}0 \times 10^{-15}$
Nikel(II) sulfida	NiS	$3{,}0 \times 10^{-19}$
Perak asetat	$AgC_2H_3O_2$	$2{,}0 \times 10^{-3}$
Perak bromida	$AgBr$	$5{,}0 \times 10^{-13}$
Perak klorida	$AgCl$	$1{,}8 \times 10^{-10}$
Perak kromat	Ag_2CrO_4	$1{,}1 \times 10^{-12}$
Perak iodida	AgI	$8{,}3 \times 10^{-17}$
Perak sulfida	Ag_2S	$6{,}0 \times 10^{-50}$
Stronsium karbonat	$SrCO_3$	$9{,}3 \times 10^{-10}$
Stronsium kromat	$SrCrO_4$	$3{,}5 \times 10^{-5}$
Stronsium sulfat	$SrSO_4$	$2{,}5 \times 10^{-7}$
Seng hidroksida	$Zn(OH)_2$	$2{,}1 \times 10^{-16}$
Seng sulfida	ZnS	$1{,}1 \times 10^{-21}$



1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIIIB	10	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1 H 1,008																	2 He 4,003
3 Li 6,941	4 Be 9,012											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
11 Na 22,99	12 Mg 24,31											13 Ai 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 47,88	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 84,92	34 Se 78,92	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc -98	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La* 88,91	72 Hf 178,5	73 Tn 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226	89 Ac** (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 UuT	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo

* Lantanida	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
** Aktinida	90 Th 232,0	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

* Nilai yang diberikan disini sampai empat angka berarti.
** Nilai yang diberikan merupakan masa isotop dengan waktu hidup paling lama (long-lived-isotop)

Kimia untuk Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

ISBN 978-979-068-725-7 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-729-5

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran Yang Memenuhi Syarat Kelayakan Untuk Digunakan Dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp. 13.067,--